

Tartu Ülikool
Loodus- ja tehnoloogiateaduskond
Ökoloogia ja Maateaduste instituut
Geograafia osakond

Magistritöö geoinformaatikas ja kartograafias

Helikopterikaart osana NATO standardimise protsessist

Maria- Elisabeth Talvistu

Juhendaja: PhD Raivo Aunap

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja:

Instituudi juhataja:

Tartu 2015

SISUKORD

SISUKORD	2
KASUTATUD LÜHENDID	4
SISSEJUHATUS	5
1 STANDARDIMISE PROTSESS NATO-s	7
1.1 NATO standardimise organisatsiooni struktuur	7
1.2 Standardimise protsess	8
2 NORRA STANDARDIMISE ETTEPANEK	10
2.1 Standardimise ettepaneku motiiv	10
2.2 Standardimise protsessi hetkeolukord	10
2.3 Kaardi katseuuring	11
3 LENNUKAARTIDEL LEPPEMÄRKIDE ESITAMISE PRINTSIIBID	13
3.1 Kõrgtakistuste ja elektriliinide leppemärkide soovituslik kujundus	13
3.2 Lennukaardipragmaatika	15
3.3 Värvide koosmõju	17
3.4 Kaart kui visuaalne tervik	19
4 ANDMED JA METOODIKA HELIKOPTERIKAARDI KOOSTAMISEKS JA LEPPEMÄRKIDE ANALÜÜSIKS	21
4.1 Lähteülesanne ja -nõuded kaardile	21
4.2 Kaartide koostamise protsess	22
4.3 Andmed	23
4.4 Helikopterikaardi kvaliteedi analüüs	23
4.5 Tagasiside kogumine	24
5 MILITAARGEOGRAAFIAGRUPI LOODUD HELIKOPTERIKAART	25
5.1 Kaheksaleheline trükikaardi komplekt	25
5.1.1 Tulemus	25
5.1.2 Töömaht	25
5.1.3 Projektsioon	26
5.1.4 Kõrgussüsteem	26
5.1.5 Kaardilehtede formaat ja seerianumber	26
5.1.6 Kaardi kujundus	27
5.2 Vigade analüüs	27
6 HELIKOPTERIKAARDI ARENDUS JA ARUTELU	29
6.1 Varasemate lennukaartide kriitika	29
6.2 Andmete töötlus	31
6.3 Kaardi vormistus	32
6.4 Standardimise ettepaneku soovituslike leppemärkide arenduse analüüs	34

6.5	Helikoptrikaardi hinnang ja tagasiside	37
6.5.1	Eesti õhuväe helikopterite eskadrill	37
6.5.2	Politsei- ja piirivalveamet.....	38
6.5.3	NATO liikmesriigid	38
6.5.4	NGA helikoptrikaardi täpsushinnang	38
KOKKUVÕTE.....		40
ESTONIAN HELICOPTER CHART AS A PART OF NATO STANDARDIZATION PROCESS.....		42
	Summary	42
TÄNUAVALDUSED		44
KASUTATUD KIRJANDUS		45
LISAD		48

KASUTATUD LÜHENDID

AAP – Alliansi haldusväljaanne (*Allied Administrative Publication*)

AGL – kõrgus üle maapinna (*Above ground level*)

AIP – Aeronavigatsioonilise informatsiooni Kogumik (*Aeronautical Information Publication*)

AIRAC – Aeronavigatsiooniteabe reguleerimise ja kontrolli süsteem (*Aeronautical information regulation and control*)

AMSL – kõrgus üle merepinna (*Above mean sea level*)

CMYK – värvimudel: Cyan – eresinine; Magenta – purpurviolet; Yellow – kollane; Key - must

DGIWG – rahvusvaheliste kaitseotstarbeliste ruumiandmete töögrupp (*Defence Geospatial Information Working Group*)

DTED – Digitaalne maapinna kõrgusmudel (*Digital terrain Elevation Data*)

ESRI – Geoinfosüsteemi tarkavara tootmisfirma (*Environmental Systems Research Institute*)

GPS – Üleilmne asukoha määramise süsteem (*Global Positioning System*)

ICAO – Rahvusvaheline Tsiviillennunduse Organisatsioon (*International Civil Aviation Organisation*)

IGEO – Talitustevahelised ruumiandmed (*Interservice geospatial*)

JOG – Ühisoperatsioonide kaart (*Joint Operations Graphic*)

LLT – Lennuliiklusteeninduse AS

MCJSB – Ühisväe Haru Standardimise Komisjon (*Military Committee Joint Standardization Board*)

MGG – Militaargeograafiagrupp

MGRS – sõjaline kohaviitesüsteem (*Military Grid Reference System*)

NATO – Põhja-Atlandi Lepingu Organisatsiooni (*North Atlantic Treaty Organisation*)

NGA – USA ruumiandmete luureagentuur (*National Geospatial-Intelligence Agency*)

NSO – NATO Standardimise büroo (*NATO Standardization Office*)

STANAG – kokkulepitud standard (*NATO Standardization Agreement*)

STANREC – soovituslik standard (*NATO Standardization Recommendation*)

UTM – Mercatori universaalne põikprojektsioon (*Universal Transverse Mercator*)

WGS84 – Ülemaailmne geodeetiline süsteem 1984 (*World Geodetic System*)

SISSEJUHATUS

Ohutuks lennuliikluseks on oluline omada usaldusväärset ja ajakohastatud informatsiooni. Sellepärast on lennukaardid oluliseks vahendiks navigeerimisel. Neid kasutatakse nii planeerimisprotsessis, juhtimissüsteemis kui ka kontrolliks. Paljude pilootide jaoks on suurimaks probleemiks lennukaartidel esitatud teabe liigne tihedus, mis muudab keeruliseks nii kaardilt vajaliku informatsiooni kiire omandamise kui ka andmete tõlgendamise (Siabato et al. 2009). Lennukaart peab tagama lennu turvalisuse selle igal etapil ja kõrgusel. Lennukid läbivad kiiresti pikki vahemaid, mistõttu on enamus lennukaarte mõeldud rahvusvaheliseks kasutamiseks, mis omakorda tähendab, et kaardid peavad olema kõigile üheselt mõistetavad. Seda nõuet täidavad tänapäeval erinevad standardid ja ettekirjutused, mis ühtlustavad kaartide leppemärke ja kujundust.

Eesti liitus Põhja-Atlandi Lepingu Organisatsiooniga (NATO) 2004. aastal ja on selle aktiivne liige. Sellega seondvalt rakendab kaitseväge oma töös NATO standardeid, mille hulka kuuluvad ka georuumilised standardid. NATO standard on põhialus, mis on NATO poolt välja töötatud ja välja kuulutatud NATO standardimise protsessi raames (NSO 2011b.). Selle rakendamise eesmärgiks on koostoimevõime liitlasvägede vahel, et paremini sünergias täita määratud ülesandeid ja missioone (Nowacki 2014). Koostoimevõime on põhjuseks, miks Norra õhuväge esitas NATO Standardimise Organisatsioonile ettepaneku standardi muutmise protsessi algatamiseks. Ettepaneku aluseks on muuta kõrgtakistuste ja elektriliinide kujutamist lennukaartidel vastavalt Rootsi õhuväes kasutusel olevale leppemärgisüsteemile. Eesmärgiks leppemärkide muutmisel on Rootsi lennukaartide kooskõlastamine NATO standardiga STANAG 3675 IGEO (Edition 2) „Leppemärgid maakaartidel, lennu- ja spetsiaalsetel merekaartidel“. Rootsi ei ole NATO liige, ent peab regulaarselt õppusi liikmesriikidega.

Ettepaneku motiiviks on madalalt lennates tagada lennu turvalisus. Madallennuks klassifitseeritakse lendu mis tahes õhusõidukiga allpool 2000 jalga ($\approx 600\text{m}$). Arvestades madallendude riskantsust on kõrgtakistuste ja elektriliinide kujutamine kaardil esmatähtis ning vastav informatsioon peab olema usaldusväärne ja täpne. Selle tõttu on vajalik need nähtused kaardil graafiliselt intensiivsemalt esile tõsta. Praegustel NATO lennukaartidel on kõrgtakistuste kohta käiv info edastatud punkt-leppemärgina, millele on tekstina lisatud takistuste kõrgused. Rootsi õhuväes on kasutusel leppemärgi kujundus, millel takistuse kõrgust ei esitata numbritega, vaid selle annab edasi takistuse tingmärgi suund. Tingmärk ise võtab kaardil vähe ruumi. Ka elektriliinide eristamine teistest joonobjektidest kaardil on tähtis just navigeerimisel. Kõrgepingeliinid on standardi järgi kujutatud pideva joonena, millel pikiti esineb elektriposti tingmärk. Rootsi õhuväe kaartidel on need esitatud kergesti tuvastatava leppemärgiga, milleks on siksakilise mustriiga joonobjekt.

Eesti kaitseväge militaargeograafiagrupp koostab julgeolekuks mõeldud kaarte, sealhulgas ka lennukaarte. Antud magistr töö tuleb valmis militaargeograafiagrupi praktilise ülesandena, mille projektijuhiks oli töö koostaja. Magistr töö eesmärgiks oli luua Eesti ala kattev standardse kujundusega helikopterikaart ja vastavalt NATO standardimisprotseduuri nõuetele liituda Norra õhuväe poolt algatatud kõrgtakistuste ja elektriliinide leppemärkide arendusprotsessiga. Kaart pidi olema 1 : 250 000 mõõtkavas õhuväe helikopteri pilootidele madallendude planeerimiseks ja navigeerimiseks. Kaart lähtus põhiliselt NATO standarditest, ent kõrgtakistusi ja elektriliine kujutati vastavalt Rootsi õhuväe poolt välja töötatud ja Norra õhuväe standardimise ettepanekus esitatud leppemärgisüsteemile. Militaargeograafiagrupi kartograafilised eeskirjad ja suunised moodustasid tööle karkassi. Töö tegemisele aitas kaasa koostaja erialapraktika Ungari kaitseministeeriumis militaarkaardistusbüroos, kus kogeti esimest korda spetsiifilise lennukaardi koostamisprotsessi kulgu, siiski küll ainult kõrvalvaataja rollis. Töö käigus analüüsiti ka mõlema leppemärgisüsteemi eeliseid ja puudusi.

Varasemalt on lennukaartide standarditele vastavust uuritud Tartu Ülikooli geograafia osakonnas 2007. aasta bakalaureusetöös teemal „Eesti Visuaallennukaart – ICAO 1 : 500 000“, milles anti ülevaade lennukaardi koostamise printsiipidest ning vormistati Eesti Visuaallennukaart, mis vastas Rahvusvahelise Tsiviillennunduse Organisatsiooni (ICAO) standarditele ja eeskirjadele (Tarre 2007).

1 STANDARDIMISE PROTSESS NATO-s

1.1 NATO standardimise organisatsiooni struktuur

Üldises mõttes tähendab standard kokkulepitud viisi millegi tegemiseks (Ubysz 2014). Standard on kehtestatud konsensuse alusel ning heaks kiidetud standardimise protsessi raames vastava organisatsiooni poolt (Mõisja 2013). Standardimise protsess NATO siseselt on tegevuste jada, mis koosneb nii standardimise nõuete määratlemisest ja kinnitamisest kui ka standardimisega seotud ülesannete edukast täitmisest (NSO 2011b.). Alliansi poliitikaks on selle asutuste ja liikmesriikide koostoimevõime suurendamine läbi standardimise, et tugevdada alliansi kaitsevõimekust. Standardimine on koostoimevõime saavutamise ja säilitamise põhiline element (Roquelet 2014). Koostoimevõime on oskus opereerida sünergias määratud ülesannete täitmisel. Rakendades NATO standardimise lepinguid saavutavad liikmesriigid kergemini koostoimevõime nõutava taseme ning teostavad missioone ja ülesandeid paremini (Nowacki 2014).

Erinevad standardimisega tegelevad alliansi asutused on grupeerunud NATO Standardimise Organisatsiooni (NATO Standardization Organization) alla, mille ülesandeks on hallata alliansi standardimise jõupingutusi ning pakkuda tuge vastavatele tegevustele koostoimevõime lihtsustamiseks (Balducci 2014). Standardikomitee ja NATO standardimise büroo (NSO) on antud organisatsiooni kaks peamist tegutsevat allüksust. Kui standardikomitee juhib ja juhendab NATO standardimise protsesse, siis NSO on täidesaatvaks võimuks.

NSO koosneb erinevatest operatiivsetest, komisjonide poolt juhitud militaarharudest, mis tegelevad oma valdkonna standardite arendamise ja haldamisega. Eraldiseisvateks harudeks on kooskõlastamine ja koordineerimine partneritega ning terminoloogia. Militaarselt jagunevad need ühisväe, maaväe, mereväe ja õhuväe vahel. Iga haru sisaldab endas erinevaid vastava ala ekspertide töörühmasid, kes töötavad välja doktriinid ning protseduurid kokkulepitud standarditele (STANAG) NATO siseselt (Trabucchi 2014). Georuumiliste standardite töörühm kuulub ühisväe haru koosseisu. Selle töörühma ülesanne on arendada ning koordineerida geomaatika, ruumiandmete ja –teenuste standardimist koostoimevõime saavutamiseks (MCJSB 2014).

Üldreeglina peab STANAG olema ratifitseeritud vähemalt 50% poolt liikmesriikidest, vastasel juhul seda ei avaldata. Siiski ei saa enamuse tahet peale suruda ühelegi riigile, seega on võimalik osaliselt nõustuda standardiga, kuid samas jätta see rakendamata (Nagy 2004). Selle tõttu võtab otsustamine ja jõustumine rohkem aega kui soovitatav ning tihti tuleb teha kompromisse. Lõpptulemus võib olla küllaltki robustne, ent samas on see ainus viis tagada püsiv koostoimevõime NATO 28 liikmesriigi ja nende arvuka partnerkonna vahel (Aksit 2012).

Kogu standardimise protsessi kestus on minimaalselt 22 kuud alates standardimise ettepanekust kuni standardi välja kuulutamiseni. Maksimaalselt võib see protsess kesta 62 kuud, juhul kui ei esine pikendusi, viivitusi või vaikusehetki (Trabucchi 2014). Samas iga komisjoni kohustus on tagada, et kõik standardid oma pädevuse piires vaadatakse üle vähemalt korra iga 3 aasta järel, et kontrollida nende kehtivust. Standardi läbivaatamist võib algatada ka muudatuste ettepanekuga, mis saadetakse vastavale komisjonile (NSO 2011a.).

1.2 Standardimise protsess

NSO järgib standardite väljatöötamisel reeglitepäraselt kindlaid protsesse ja protseduure (Joonis 1). Kõik algab standardimise nõudest, mis kehtestatakse kahel erineval viisil (Aksit 2012):

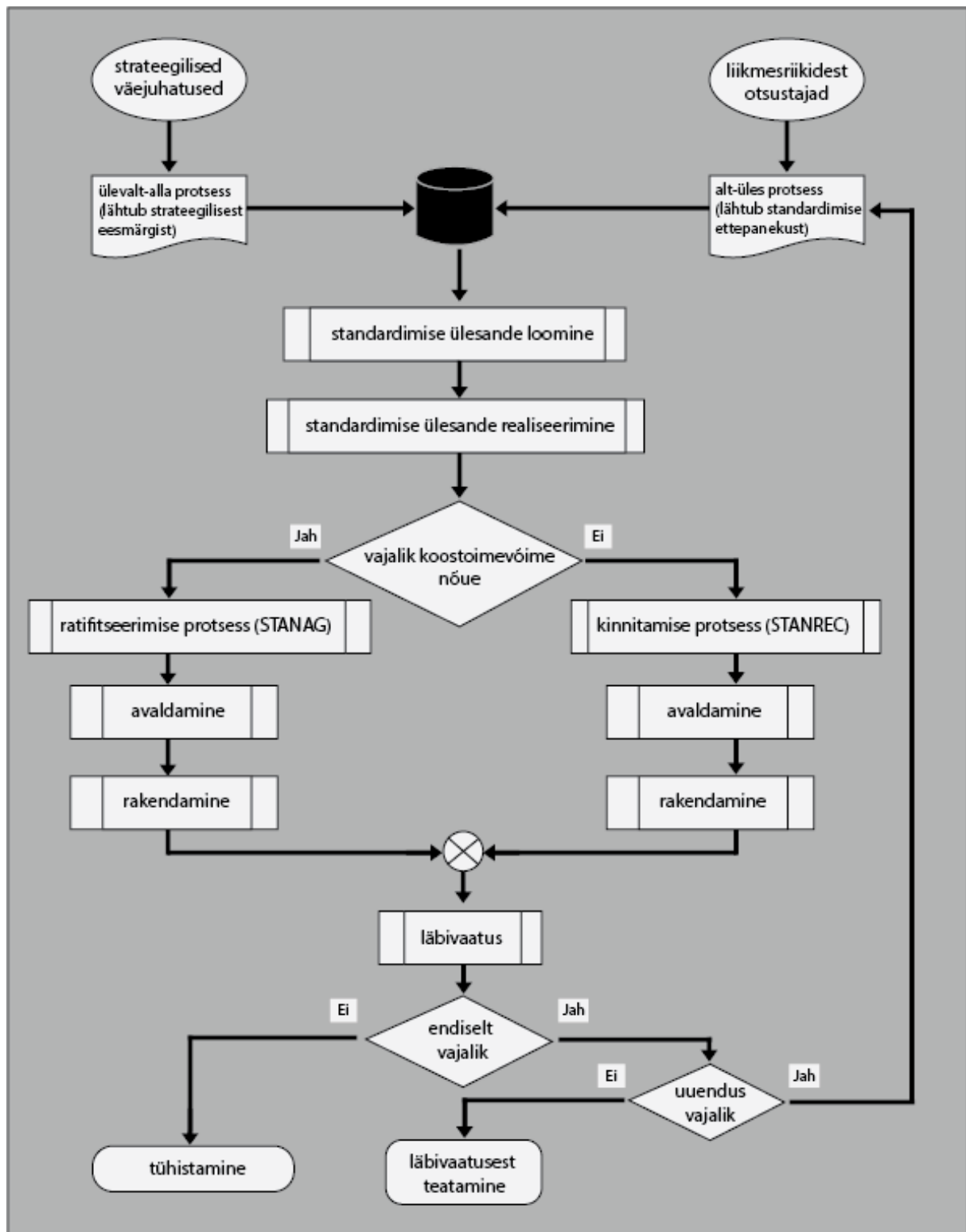
1. Esimene neist on niinimetatud ülalt-alla protsess, mis põhineb NATO kaitseplaneerimise protsessil. Sellisel juhul tulenevad nõuded standardimiseks jõueesmärkidest. Strateegilised väejuhatused tuvastavad strateegilised eesmärgid ning annavad standardimise ülesande edasi NSO-le (NSO 2011a.). Kuna standardimise nõuded tekivad kaitseplaneerimise protsessi jooksul, siis selle tõttu on ülalt-alla protsessid pikemad ja aeglasemad.
2. Teine meetod on alt-üles protsess, mille algatavad liikmesriigid või NATO väejuhatused. Selleks esitatakse esialgne vajadusi sisaldav standardimise ettepanek. See meetod on parim viis reageerida piisavalt kiiresti puudujääkidele ja koostoimevõime lünkadele, mis on tekkinud praktiliste kogemustega, operatsioonidega ja nendest saadud õppetundidega (Balducci 2014). Ettepanek sisaldab kogu asjakohast teavet, eeskätt koostoimevõime nõudeid ning seotud standardeid nende olemasolul. Ettepanek vormistatakse nõuetekohaselt vastavas töörühmas ning saadetakse edasi otsuse langetajatele, antud juhul liikmesriikidele. Liikmesriigid peavad kinnitama standardimise vajaduse ja valideerima ettepaneku. Seejärel luuakse standardimise ülesanne, mis saadetakse koos ettepanekuga edasi NSO-le. Kui standardimise vajadus ei leia kinnitust, siis sellest teavitatakse koos põhjendusega protsessi algatajat ning protsess peatatakse (NSO 2011a.). Ajalooliselt on enamus NATO standardeid alustatud sellel meetodil, ja nii tehakse seda ilmselt ka tulevikus (Aksit 2012).

Pärast standardimise ülesande loomist toimub selle realiseerimine. Realiseerimise käigus valitakse standardile hooldaja, defineeritakse tehnilised nõuded ja otsitakse olemasolevaid standardeid, mis hõlmavad vastavaid nõudeid. Samuti koostatakse standardist mustand. Seejärel algab normdokumendi arendamine. Tegevuste jada oleneb standardi tasemest. STANAG-i puhul koosneb see ratifitseerimisprotsessist, avaldamisest ning rakendamisest. Soovitusliku standardi (STANREC) puhul ei oma koostoimevõime nõuded normdokumendi koostamisel tähtsust ja seega on tegevuste jada erinev STANAG-st. Koheselt alustatakse tegevuste jada kinnitamise protsessiga ja edasi järgneb juba STANREC-i avaldamine ning kasutamine (NSO 2011a.).

Pärast STANAG-i vastu võtmist toimub teatud aja tagant selle läbivaatus, mille käigus otsustatakse, kas STANAG-i peaks:

1. jätma muutmata
2. uuendama, et lisada juurde puudujäägid
3. asendama sobivate mitte-NATO standarditega
4. ümber suunama teise militaarharu vastutusalasse
5. ühendama mõne teiste standardimise dokumendiga
6. tühistama (ja kui seda peaks asendama, siis see selgelt ära märkida)

Kui STANAG vajab suuri muudatusi, mis mõjutab märgatavalt selle kasutamist, siis on tarvis anda välja uus versioon. Vastasel juhul lisatakse muudatused kasutatavale standardile. Vastav töörühm nõustab komisjoni muudatuste tähtsuses, ent lõpliku otsuse eest vastutab siiski komisjon. Uute versioonide koostamist alustatakse standardimise protsessi protseduuride kohaselt alates koostoimevõime nõuete vajalikkuse väljaselgitamisest (NSO 2011a.).



Joonis 1. NATO standardimise protsess.

Allikas: NSO 2011a.

Liikmesriikide vastava ala eksperdid, kes osalevad töörühmade kohtumistel, toodavad standardeid kõige kitsamal struktuuriastmel, mis võimalik. Seejärel samade riikide kaitseministeeriumid nõustuvad nende standarditega. NSO pakub sellises olukorras ainult lihtsustamise ja koordineerimise tuge ning on kokkulepitud standardite väljakuulutamise teabekeskuseks (Aksit 2012).

2 NORRA STANDARDIMISE ETTEPANEK

2.1 Standardimise ettepaneku motiiv

Koostoimevõime on põhjuseks, miks Norra õhuvägi esitas 2013. aastal NSO-le aruande koos standardimise ettepanekuga kõrgtakistuste ja elektriliinide teistsuguseks kujutamiseks lennukaartidel vastavalt Rootsi õhuväe poolt välja töötatud leppemärkidele. Kooskõlastatavaks NATO standardiks oli STANAG 3675 IGEO Edition „Leppemärgid maakaartidel, lennu- ja spetsiaalsetele merekaartidel“. Rootsi korraldab tihti sõjalisi harjutusi NATO liikmesriikidega, sealhulgas ka Eestiga, ning pea iga nädal Norraga (Larsen, Vingå 2013).

Selle ettepaneku peamiseks motiiviks on suurendada madallendude turvalisust. Madallendu sooritades võib nii helikopter kui lennuk laskuda lausa puude kõrguseni või isegi veel madalamale, kui maastik seda võimaldab. Lennukõrgus sõltub operatsiooni piirkonnast. Tiheda asustusega aladel on selleks üldiselt 500 jalga (≈ 150 m), samal kõrgusel asetsevate raadio- ja sidemastide tõttu. Madallende teostatakse luure eesmärkidel või vältimaks vaenlaste radarite poolt tuvastamist. Viimase variandi puhul kasutatakse geograafilisi iseärasusi varjena, mis võimaldab äärmiselt ohtlikes piirkondades enne avastamist rünnata. Kõrgepingeliinide alt läbi lendamine on sellistes olukordades tavaliseks nähtuseks. Selle tõttu on need äärmiselt ohtlikud objektid pilootidele.

2010. aastal viis Rootsi läbi uuringu lennuinfo kujutamise kooskõlastamiseks NATO ja riiklike lennukaartide vahel. Kõige suuremaks lahknemuseks oli kõrgtakistuste ja elektriliinide kujundus. Enamus Rootsi õhuväe pilote on harjunud mõlema kujundusega ja selle tõttu leidsid nad, et riiklik versioon on tunduvalt parem. Seega ei soovinud Rootsi oma leppemärgisüsteemi muuta ja algatas 2011. aastal NATO-s initsiatiivi leppemärkide vastavusse viimiseks nende lennukaartide kujundusega. Sellest ajast alates on Norra ühinenud Rootsi ja koostanud ka ühiselt ettepaneku NSO-le. Ühise ettepaneku üheks sisendiks oli katseuuring mõlema riigi pilootide seas. Selle käigus kasutati kaartide prototüüpe, mis olid ulatusliku ja viljaka koostöö tulemuseks. Kaartide koostamisest võtsid osa nii erinevad ekspertid kui ka kasutajad (Larsen, Vingå 2013). Uuringust on pikemalt kirjutatud allpool.

2.2 Standardimise protsessi hetkeolukord

Norra ja Rootsi esitasid NSO-le 2013. aasta detsembris standardimise ettepaneku. Ettepanekus oli ka välja toodud koostoimevõime nõuded ning vastava teemaga seotud NATO standardid:

- STANAG 3675 IGEO (Edition 2) – *Symbols on land maps, aeronautical and special naval charts*
- STANAG 7164 IGEO (Edition 2) – *Special Aeronautical Charts*

Seejärel tegeles ettepaneku nõuetekohase vormistusega vastav tööühm (kellele NSO oli ettepaneku suunanud), mille tulemuse NSO saatis küsitlusena liikmesriikide seas laiali. Liikmesriigid pidid kinnitama standardimise vajaduse ja valideerima ettepaneku. Vastuse saatmiseks antakse tavaolukorras maksimaalselt 3 kuud aega. 2014. aasta märtsis oli vastuste saatmise tähtaeg. Selleks hetkeks oli laekunud ainult 8 liikmesriigi tagasiside, kellest 4 avaldas soovi toetada ettepanekut, aga vaid 3 neist olid nõus seda rakendama. Mitte keegi vastanutest ei pakkunud ennast standardi hooldajaks. Tagasilükkamise põhjuseks oli piisava tagapõhjaga uuringute puudumine, mis lubaks, et muudatuste sisse viimine vääraks selleks kasutatud raha- ja ajakulu.

Seega standardimise vajadus ei leidnud kinnitust ja protsess peatati. NSO lisas tagasilükatud ettepaneku koos põhjenduse ja kuupäevaga arhiivi. Ka protsessi käivitajatele anti küsitluse tulemustest koos põhjendusega teada. Kuid sellega tegevus ei lõppenud.

2014. aasta suvel koostati ajutine aeronautiliste ruumiandmete töörühm, mis kuulub ühisväärtusliku koosseisu ja mida haldab georuumiliste standardite töörühm. Esimene kohtumine toimus juulikuus, kus esines ettekandega ka Terje Larsen – üks eelneva protsessi algatajaid. Oma ettekandes tõi ta välja muudatused ja uuendused, mis on selle teemaga seonduvalt sisse viidud pärast ettepaneku tagasi lükkamist ning andis teada soovist alustada uut standardimise protsessi. Saksamaa, kes oli uue töörühma initsiaator, mainis, et nemad oleksid sel juhul huvitatud olema standardi hooldaja. Diskussiooni käigus otsustati, et see teema võiks olla üheks töörühma ülesandeks. Vastav ettepanek saadeti ka sooviavaldusena georuumiliste standardite töörühmale kinnitamiseks.

2015. aasta märtsis toimus järgmine kohtumine, mille käigus teatati, et töörühmale on määratud ülesandeks tegeleda antud teemaga ning leida sobiv väljund. Saksamaa, kes juba varasemalt näitas huvi standardi hooldaja positsioonist, otsustas, et nende riiklik lennuliiklusteenindus hakkab ettepanekut analüüsima. Plaan on koostada näidiskaardileht ülitihedalt asustatud Kölni ringkonnast, et kontrollida uue leppemärgisüsteemi sobivust veel rohkem rahvastatud aladel kui Norras ja Rootsis. Katse kestab kuni suve lõpuni ning tulemused avaldatakse kõikidele delegaatidele kolmandal töörühma kohtumisel, mis esialgsete plaanide kohaselt peaks toimuma 2015. aasta septembris. Pärast tulemuste tutvustamist on need avatud kõigile liikmesriikidele kommenteerimiseks.

Seega huvi antud teema vastu ei ole jahtunud ning paljud riigid on juba alustanud rahvuslikul tasandil selle tutvustamist asjaga seotud ametkondadele. Eesti on juba mõnda aega olnud ühenduses protsessi algatajatega, kellega toimus tihe koostöö just helikopterikaardi projekti raames. Helikopterikaart sai valmis 2014. aasta märtsikuus. Töö teises pooles on antud ülevaade helikopterikaardist, selle kulgemisest ideest teostuseni ning tulemustest.

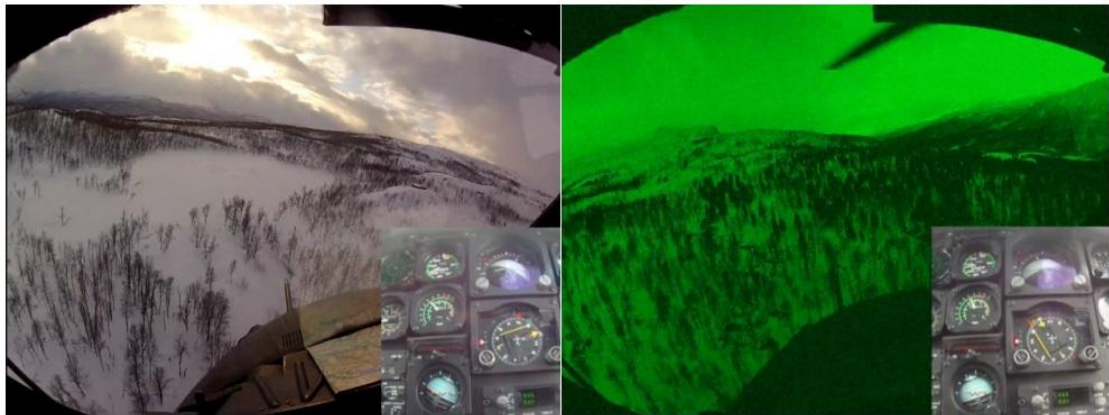
2.3 Kaardi katseuuring

2012. aastal viis Norra Lennundusmeditsiini Instituut koos riigi Kaitseväge Militaargeograafia Teenistusega läbi uuringu erinevat tüüpi õhusõidukite meeskondade seas uurimaks uute kõrgtakistuste ja elektriliinide leppemärkide loetavust võrrelduna kasutuses olevate leppemärkidega (Wagstaff et al. 2012). Samuti hinnati mõlema leppemärgisüsteemi loetavust läbi öövaatlusseadmete. Mõõdupuudeks olid eristamise kiirus ja vigade sagedus. Lõpliku sihtrühma suurus oli 21 meeskonnaliiget nii Rootsis kui ka Norrast (keskmise kogemusega 2200 lennutundi). Uuringu algul tutvustati igale osalejale kahte erineva kujundusega kaarti rõhutades leppemärkide erinevust ning tähendust

Uuring oli jaotatud kolmeks osaks:

1. Esimeses ülesandes oli vaja järgida videolõiku eelnevalt kaameraga lennatud marsruutidest, mis olid filmitud nii päevavalguses kui ka läbi öövaatlusseadme (Joonis 2). Osalejad ei olnud lennumarsruutidest teadlikud ja seega pidid märkima kaartidele nende teekonnapunktid. Tulemuse saamiseks võrreldi osalejate märgitud marsruute tegelike marsruutidega (lennuki teekond oli salvestatud GPS-kandjale). Uuringus kasutatav öövaatlusseade oli standardse militaarvalgustusega. Sinise-roheline valgusfilter oli silmadele harjumiseks kasutusel ka lennukite kokpittides.
2. Kaardilugemise osa koosnes erinevatest ajaliselt piiritletud ülesannetest. Ülesannete tulemused olid kvantitatiivsed ja enamjaolt loendamise põhimõttel, et vältida subjektiivseid tulemusi.

3. Viimases osas paluti igal osalejal anda kindlate atribuutide ja aspektide põhjal subjektiivne hinnang enda eelistatud kaardile. Välismõju vältimiseks hinnangu kujunemisel ei lubatud osalejatel omavahel uuringu jooksul eksperimenti arutada kuni viimase ülesande lõpetamiseni.



Joonis 2. Hetk videolõigust esimeses ülesandes
Allikas: Wagstaff et al. 2012

Uuring andis 3 põhilist tulemust (Wagstaff et al. 2012):

- A. Järgimise ülesanne oli koostatud, et mõõta kujunduse muudatusi kaartide üldises topograafias. Paremaks loetavuseks ei muudetud ainult teatud leppemärke, vaid ka kaardi üldist välimust, sealhulgas kõrgusvärvingut, reljeefivarjutust ja horisontaale. Kahjuks ei andnud see ülesanne piisavalt otsustavaid tulemusi. Ent kõrvalekalduvused tegelikest marsruutidest olid liiga suured mõlema valgusega ja seega olulisi erinevusi kaartides välja ei tulnud. Põhjuseks võis olla ülesande keerulisus või lihtsalt liiga raskete marsruutide valik. Siiski andis see osalejatele võimaluse kaartidega lähemalt tutvuda ning oskust neid järgmistes ülesannetes paremini käsitleda.
- B. Kaardilugemise osas tulid juba paremini esile kahe leppemärgisüsteemi erinevused. Valgustatud takistuste leidmine oli tunduvalt kergem uue kujundusega kaartidel. Praeguses leppemärgis on see kujutatud valgusvihuna takistuse kohal, mis omakorda võtab lisaruumi, ent samas ei tule koheselt esile. Tagurpidi keeratud kaardil takistuste kõrguse lugemine paistis olevat võrdne probleem mõlema kujundusega. Kui hõreda paigutusega aladelt tundus olevat kerge leida mõlemat leppemärki, siis sama ei saanud öelda tiheda paigutusega alade kohta, seda ka öövaatlusseadmega. Nendel aladel tuli uue leppemärgi eelis selgelt esile. Elektriinide leidmise ülesandes tuli kindlalt ilmsiks uue kujunduse üleolek praegusest. Neid oli kerge kaardil eristada teistest joonobjektidest, eriti veel öistes tingimustes.
- C. Subjektiivse hindamise tulemused näitasid valdavalt uue kujunduse eelistust vanale. Enamikul osalejatel oli eelistus selge ja ainult vähesed jäid ükskõikseks. Põhjus ei saanud olla selles, et rootslased olid kujundusega varem kokku puutunud ja seetõttu juba harjunud sellega. Uuringust võtsid osa ka norralased, kellel varasem kogemus puudus.

Kuigi uuringu tulemusi võib üldjoontes pidada soosivaks uue kujunduse suhtes, siis kindlamate ja selgemate statistiliste hinnangute saamiseks oleks muidugi aidanud suurem osalejate arv. Uuring näitas, et suund on õige ja uus kujundus on ennast õigustanud, kuid kindlasti peab sellega veel vaeva nägema, et saada meelepärane välimus kõigi jaoks.

3 LENNUKAARTIDEL LEPPEMÄRKIDE ESITAMISE PRINTSIIBID

3.1 Kõrgtakistuste ja elektriliinide leppemärkide soovituslik kujundus

Algne NATO kõrgtakistuste leppemärk kujundati 1950. aastatel, mil takistusi oli vähe ja ka lennukaardid olid madala infotihedusega. Leppemärk ise on oma olemuselt mahukas ning objekti kõrgusinfo nii maapinnast (AGL) kui ka merepinnast (AMSL) on esitatud täiendavate tekstidena. Kõrgtakistuste arv on viimase kümnendi jooksul peaaegu kahekordistunud ning see tendents jätkub kindlasti ka tulevikus. Leppemärk on jäänud aga samaks alates selle kavandamisest. Seetõttu on tänapäevased lennukaardid tänu infohulga kasvule üle kuhjatud ja muutunud halvasti loetavaks, mis omakorda takistab kaardil esitatava info omandamist ning raskendab kõige kõrgemate takistuste kiiresti leidmist kaardilt, seda eriti tiheda paigutusega aladel (Wagstaff et al. 2012).

Rootsi õhuväes on kasutusel leppemärgi kujundus, millel takistuste kõrgust ei esitata numbritega, vaid takistuse tingmärgi suunaga. Tingmärk ise võtab kaardil vähe ruumi, kuid samas tõstab drastiliselt kaardi loetavust ning võimaldab esitada kaardil palju rohkem takistusi. Ettepaneku ühe eestvedaja, Gunnar Vingå sõnul on Rootsi õhuvägi sellist kujundust kasutanud juba üle viiekümne aasta ning see on tegelikult pilootide endi poolt lendamise käigus leiutatud. Varasemalt, kui kõrgtakistusi oli veel vähe, tegid piloodid ise personaalseid märkmeid kaartidele. Käsitsi oli kiire ja kerge joonistada „varrega ringi“ leppemärgina. Siis kasutati veel vertikaalseteks mõõtmisteks meetermõõdustikku, seega varre pööramine 1 kraadi võrra tähendas 1 meetrit. Hiljem, kui mindi üle jalgades mõõtmisele, muutus ka kõrguse lugemine – vart vaadeldi kui kellaosutit, mis tähendas, et iga tund on 100 jalga ja täisring seega 1200 jalga. Seda kujundust on täiendatud 40-aastase praktilise kogemuse vältel, pealegi on piloodid juba harjunud lugema ja võrdlema osuteid kokpitis.

Selgitus:

$1\ m = 1^\circ$

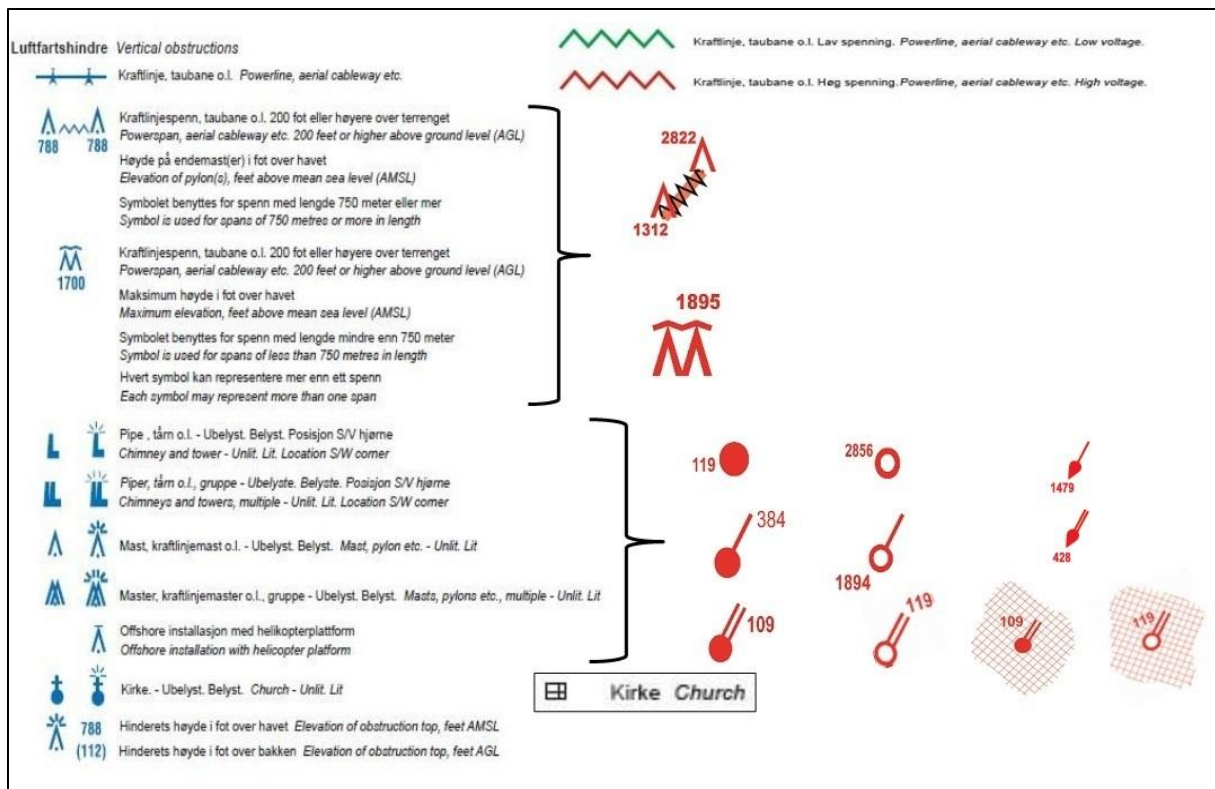
$360\ m = 360^\circ$

$100\ jalga = 1\ tund$

$1200\ jalga = 12\ tundi$

$1200\ jalga \approx 360\ m$ (Kuigi kaardistamisel on kõrgus täpne, siis inimtõlgendus seda ei ole)

Kõrgtakistuste tähised joonisel 3 on kui Keates'i (1996) esitatud liigituse kaks erinevat tahku – praegune leppemärk kuulub ikooniliste märkide koosseisu, ent uuem versioon pigem traditsioonilisemate hulka. Mõneti võib seda võtta kui pöördumist tagasi algeliste kaardimärkide juurde. Keates siinkohal väidab, et enamus algelisi märke omavad semiootilises mõttes ainult suvalist ühendust nähtusega ja seetõttu ei assotsieeru kasutajale otseselt objektiga. See võib ajada kasutaja omakorda segadusse ning tekitab suuremat sõltuvust kaardilegendist. Samas on MacEachren (2004) vastu väitnud, et algeline ei pea koheselt seostuma suvalisusega, vaid võib ka baseeruda motivatsioonil, et nähtus suudab ennast siiski teatud mastaabis väljendada läbi märgi. Alati ei pea olema otsest seost nähtuse ja leppemärgi vahel. Samuti on kaardi kasutajal erinevalt kaardi koostajast piktograafilisi leppemärke kergem tõlgendada kui geomeetrilisi. Tekstist paremini esitavad numbrilisi erinevusi nähtuste vahel nende leppemärgi suurus ja orienteeritus (Bertin 2010).



Joonis 3. NATO standardis STANAG 3675 (vasakul) ja Norra ettepanekus (paremal) välja toodud leppemärkide kujundus.

Allikas: Wagstaff et al. 2012

Joonisel on välja toodud ka köisteede ja mägedevaheliste elektriliinide leppemärkide muudatused, ent antud magistritöös seda ei kajastata.

Praegune kõrgtakistuste leppemärk lennukaartidel küll assotsieerub kujutatava nähtusega ja on kergesti tuvastatav. Ent samas on sellel kahjulikud iseärasused, mis mõjutavad otseselt lennu turvalisust. Oma suuruse tõttu katab ta kaardil liiga palju pinda ning muutub üleliia domineerivaks teiste leppemärkide suhtes. Selle tõttu on kasutajal kaardilt saadavat infot raskem interpreteerida (Larsen, Vingå 2013). Samuti segavad kõrgtakistused omavahel teineteist. Tekivad häired takistuste täiendavate tekstide kuuluvuse määramisel, mis omakorda tõstab valesi tõlgendamise riski. Kaart muutub navigeerimiseks sobimatuks.

Punktsümboliga leppemärk tuleb õigesti valitud tausta korral hästi esile ning tõmbab endale tähelepanu. Kartograafiline prioriteet lennukaartidel tegelikult lasubki kõrgtakistustel. Selle tõttu ei saa muuta ainult ühte nähtust, vaid peab tegelema kogu kaardiga kui tervikuga. Isegi kui antud leppemärk ei assotsieeru koheselt nähtusega, on ta siiski palju tõhusamalt täitnud oma kartograafilise eesmärgi ning annab palju parema tunnetuse kõrgtakistustest. Nähtust on tegelikult kergem interpreteerida. Kindlasti muudab see ka kaardi koostaja töö hõlpsamaks tänu väiksemale vajadusele tingimärgi asetust käsitsi toimetada (Larsen, Vingå 2013).

Lennukaartidel on kõrgused enamjaolt esitatud jalgades. Seega on standardimise ettepanekus maapinnast kuni 100 jala kõrguse valgustamata takistuste leppemärgiks punane ring. Sama kõrgusvahemikuga, kuid valgustatud takistuste jaoks on sümboliks punane sõõr valge südamikuga. Kõrgemate takistuste leppemärgile lisandub vastavalt suhtelise kõrguse suhtes pööratud vars. Kui objekti kõrgus on üle 1200 jala maapinnast, siis pööratakse leppemärgi vars otse üles põhja suunas ja tekstina lisatakse juurde ka takistuse kõrgus maapinnast. Eestis on hetkel kõige kõrgemaks takistuseks Tallinna Teletorn suhtelise kõrgusega 1030 jala.

Joonisel 3 on leppemärkidele lisatud tekstina takistuse kõrgus merepinnast. Absoluutse kõrguse väärtuse lisamine sellele on valikuline. Üldiselt on piloodid seda väärtust kaardi lugemisel rohkem segavaks faktoriks pidanud. Ainult otsingu- ja päästetööde piloodid on pidanud seda tarvilikuks. Lennates halva nähtavusega ja allpool madalaid pilvi, peavad nad tihti seisma silmitsi olukorraga, kus kaardilt takistuse asukoha määramisel on absoluutse kõrguse väärtusest pigem rohkem kasu kui suhtelise kõrguse väärtusest. Sellisel juhul võib objekti kõrguse merepinnast kaardile tekstina lisamine pigem jääda riiklikuks otsuseks ja oleneda vastavast kaardiseeriast (Larsen, Vingå 2012). Rootsis on need tekstina välja toodud 1:100 000 mõõtkavas kaartidel, ent sellest väiksemate mõõtkavadega kaartidel need puuduvad.

Tuulegeneraatoreid on teistest takistustest õhus vaadates kergem märgata. Samuti on need üldiselt tihedamalt paigutatud, moodustades ühtse tuulepargi, millest tulenevalt võib leppemärgile lisada ka puhverala. Standardimise ettepanekus on nende leppemärk tavalisest kõrgtakistusest pisut erineva kujuga – ümmarguse ringi või sõõri asemel on pisar, et neid oleks võimalik kasutada ka orientiirina.

Ülekattuvuse vältimiseks on kaardil liiga lähestikku paiknevad takistused kujutatud grupeeritud leppemärgiga, milleks on ring, sõõr või pisar kahe varrega. Sellisel juhul on mõlemad varred samas suunas ja pööratud kõrgeima takistuse suhtelise kõrguse väärtuse suhtes.

Kui mitmeid punktobjekte on teineteisest võimalik eristada vähemalt sümboliga, siis joonobjektide puhul on vahe tegemise tase sama tähtis kui stiil, et tagada täiesti kindel leppemärgi tuvastamine (Anson 1996). Kõrgepingeliinid tekitavad üsna reaalselt ohtu madallendudel, seega peavad nad olema kergesti eristatavad teistest joonetaolistest nähtustest. Nad peavad koos kõrgtakistustega kerkima kaartidel esile enne teisi nähtusi. Vajalik on väga selge kujundus, mis omaks kartograafilist prioriteeti. Ent praegusel momendil kasutuselolevate elektriliinide leppemärgi kohta see klausel ei kehti, mille tõttu on paljudel NATO standardeid järgivatel lennukaartidel neid raske leida (Larsen, Vingå 2013). Samas on elektriliinide uus kujundus sarnane ka tsiviillennunduses planeeritavale kujundusele, mis võib tähendada tulevikus kergemat heakskiitu leppemärgile.

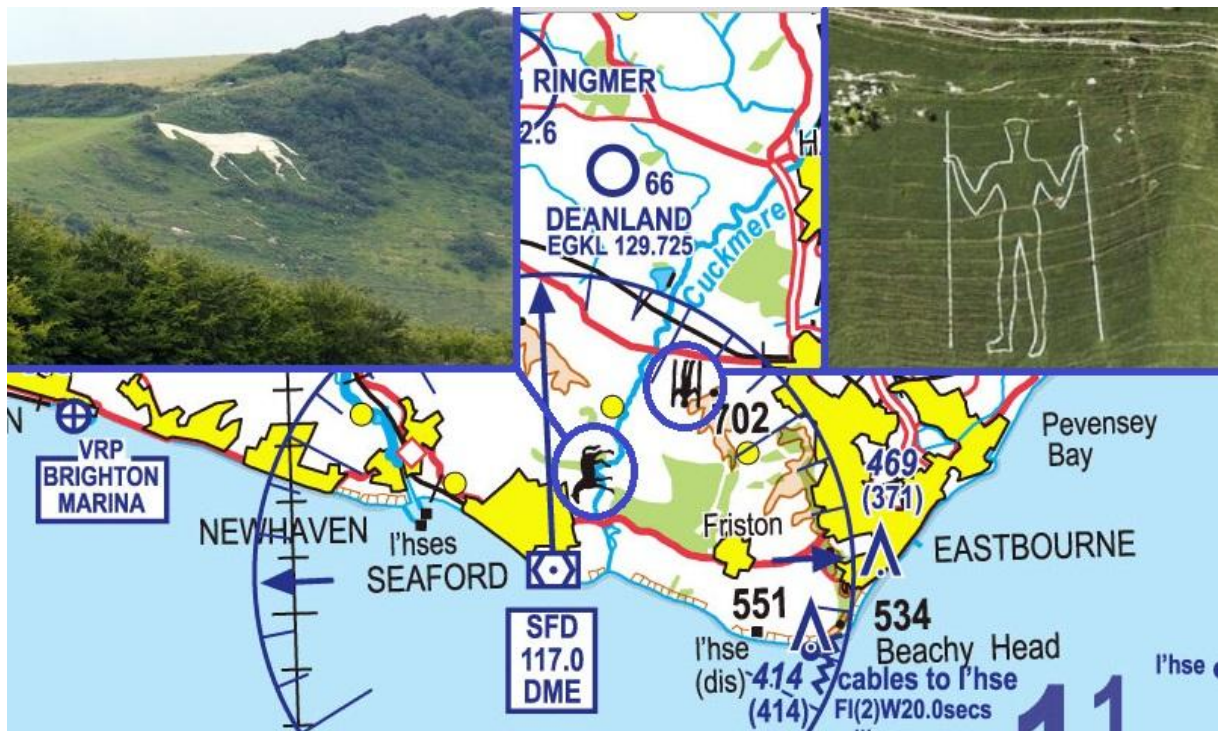
3.2 Lennukaardipragmaatika

Lennukaardi kujundamisel on oluline, et kaardikasutaja mõistab kaarti samamoodi nagu selle koostaja. Kartograafi eesmärk on välistada kaardile kantud informatsiooni valesti lugemine või sellest võimalike vadele järelduste tegemine. Ühene mõistmine tagab ohutuse kaardi järgi navigeerimisel. Lennukaardile kantava informatsiooni kõige paremaks esitamiseks tuleb kasutada erinevaid kartograafilisi meetodeid, et piloot tajuks informatsiooni õigesti ja kiiresti (Tarre 2007). Kaart peab reaalsest olukorrast andma edasi mentaalse visiooni võimalikult üheselt ja täpselt (MacEachren 2004).

Lennukaardil on siiski kõige olulisem lennuinfo ja seda tuleks kaardil esile tuua, üldine taustainfo peaks jääma pigem tahaplaanile. Samas on kaardi topograafiline alusinfo väga oluline orienteerumiseks. Seetõttu võiks maastiku kujutamine lennukaartidel näida võimalikult sarnane sellele üldpildile, mida on võimalik realselt õhust vaadatuna näha.

Pilootide jaoks on tähtis leida kaardilt visuaalsed orientiirid, mida on võimalik kergesti tuvastada lennu ajal maapinda jälgides. Nende abil saab lennukaarti kasutada navigeerimisel. Kõige parem on orientiirideks kasutada väga unikaalse kuju ja struktuuriga objekte. Näiteks Inglismaal on lennukaartidel välja toodud äärmiselt spetsiifilised kujutised maapinnalt (Joonis 4), mida on õhus olles raske mitte märgata. Samuti sobivad positsioneerimiseks suuremad

objektid, näiteks mõni suurem mäestik või järv (Eestis nii Peipsi kui ka Võrtsjärv), mis on antud piirkonnas unikaalsed (Tarre 2007).



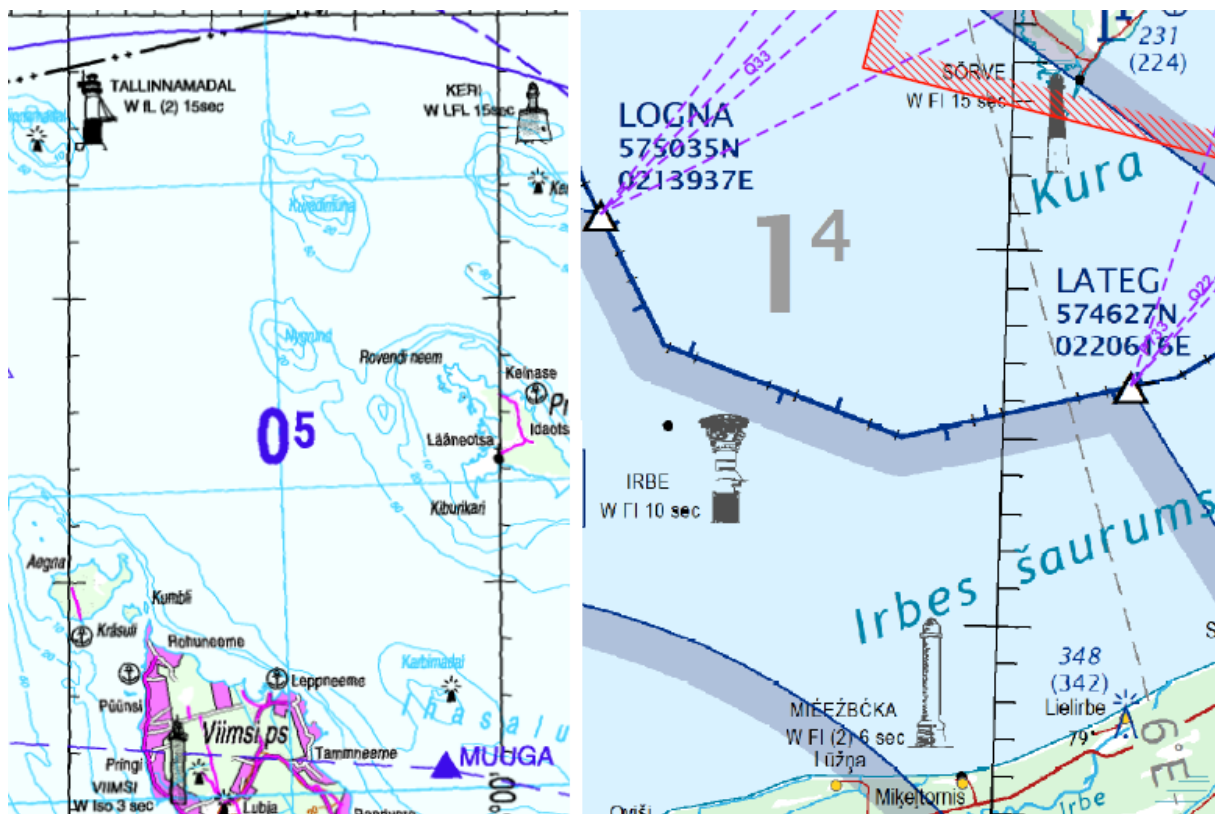
Joonis 4. Inglismaa visuaallennukaart, millel on sümbolitena välja toodud geoglüüfid. Vasakul on Litlingtoni Valge Hobune ja paremal on Wilmingtoni Pikk Mees.

Allikas: Kaart – UK tsiviillennunduse ametkond (CAA) 2014; Pildid – Google kaardirakendus (Google Maps) 2015

Rannikualadel lennates on äärmiselt abistavateks kontrollpunktideks majakad – päeval omapärase konstruktsiooni ja värvuse tõttu ning öösel vastava tulefaasi järgi. Selle tõttu on tuletornid esitatud paljudel lennukaartidel (joonis 5) nii lokaliseeritud leppemärgina kui ka ehituslikus kontuurpildis, mille juurde on tekstina lisatud tulede iseloom. Varasemalt oli ICAO standardis Lisas 4 (Annex 4) soovitatud paremaks orienteerumiseks esitada võimaluse korral tuletornide kuju lennukaardil. Seda soovitusi järgisid ka Soome ja Läti. Esimesed Eesti visuaallennukaardid püüti kujundada võimalikult sarnased naaberriikide omale, et ei tekiks väärti kaardilugemist ühest riigist teise lendamisel (Tarre 2007). Selle tõttu on ka nendele kaartidele lisatud tuletornide kontuurpildid.

NATO standardites selline nõue puudub. Ent varasemale militaarse funktsiooniga Eesti kaitseväge lennukaardile kanti majakad vastavalt visuaallennukaardi kujundusele. Siiski järgis antud kaart ka NATO regulatsioone. Hilisemas NATO-siseses kaardihinnangu kokkuvõttes on tuletornide ehitusliku kontuurpildi ja tulede iseloomu teksti kajastamist küll mainitud, kuid samas ka järeldatud, et kaarti on võimalik kasutada vastavalt NATO geopoliitika nõuetele. Põhinedes antud hinnangule, jätkati vastavasisulist tuletornide kajastamist kaitseväge kaartidel.

Lennunduskaartidel on ülioluline ka andmestiku täpsus ja ajakohasus (Tarre 2007). Ent paratamatult jääb kaardile ajaline nihe, mis suureneb kaardi vanusega. Selle tõttu on lennunduses kasutusel vajaliku teabe ajaline tsükliüsteem (AIRAC), mis annab kõige aktuaalsema lennuinfo selle kasutajatele. AIRAC süsteemi kasutatakse iga suurema andmemuudatuse edastamiseks, et hoida aeronavigatsiooniline info ajakohane. Seega enne muudatuse teoks saamist, peab see vastavalt süsteemile 56 päeva varem olema planeeritud, et teave jõuaks kindlalt kasutajateni (ICAO 2013).



Joonis 5. NATO standarditele vastaval lennukaardil (vasakul) ja Eesti visuaallennukaardil (paremal) esitatud majakate kujutamise viise.

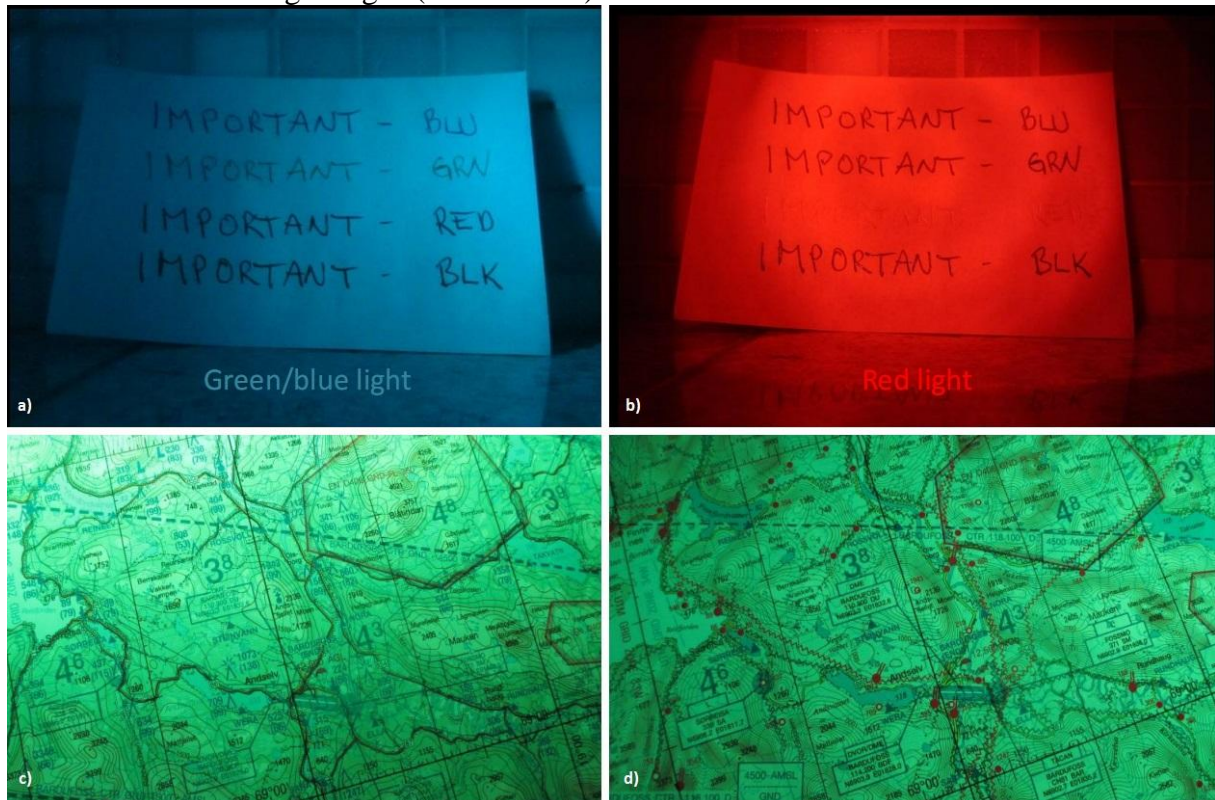
Allikas: AS Kaardikeskus 2001; Eesti lennuliiklusteeninduse AS (LLT) 2012

3.3 Värvide koosmõju

Kaardi värvikompositsioon peaks säilitama ühtse ja tervikliku väljanägemise. Värvitooni valikul on vajalik arvestada ka selle muutust lähtuvalt valgusest. Näiteks hommikuses ja õhtuses valguses paistab sama värvus erineva toonina ja selle tõttu võib muutuda ka kaardi üldine ilme. Ka valgel taustal, nagu kaardi legendis, tundub värvus erinev võrreldes sellega, kuidas ta paistab kaardil teistest värvidest ümbritsetuna. Vastavat värvitooni ja selle erksust mõjutab teiste värvuste lähedus ning kontrastide teke. Selgete ja kirkaste värvidega joon- ning punktpleppemärke on kergem eristada. Ent mida suurem on musta alatoon sisaldus nendes värvides, seda loetavam on tingmärkide kuju. Samas teeb see raskemaks värvuse eristamise (Imhof 2007). Seetõttu peab erksaid värve kaardi kogupinna suhtes kasutama säästlikult. Suurtele, taustal paiknevatele pindobjektidele sobivad pehmed ja neutraalsed toonid. Need võimaldavad väiksematel ja intensiivsema tooniga objektidel paremini silma paista. Värvil on võimalik lükata teatud objektid tahaplaanile ja tänu sellele tuua esile oluline informatsioon (Robinson et al. 1995). Seega määrab kaardi kvaliteedi ja loetavuse kogu koloriidi kompositsioon tervikuna.

Hoopis problemaatilisem on värvide valik kaardile, mida kasutatakse öövaatlusseadme valguses. Sellistes tingimustes on valge pinna ja pindobjektide vahelist erinevust väiksema värvikontrasti puhul raskem märgata. Selle tõttu ei ole sobilik kasutada pindade ja joonte puhul heledaid värvasi, nagu näiteks kollast. Piirjoone lisamine aitab alasid paremini üksteisest eristada, kuid ettevaatlik tuleb olla selle liigse kasutamisega (Imhof 2007). Värvivalikul arvestatakse ka silma füsioloogiliste omadustega. Ebaloomulikus valguses kasutatakse sellise värvivalikuga kaarte, mis on raskendatud tingimustes inimsilma

tajuvõimele sobilikud. Varasemalt sõjaväes kasutuses olnud punane valgus (Joonis 6b) küll teravdab tsentraalset nägemist, kuid muudab värvid liiga intensiivseks ning silmadel võtab reaalse öise valgusega harjumine kaua aega. Lõpuks see lihtsalt kahjustab silmi ja vähendab öösel nägemist. Sinise-rohelise valgusega (Joonis 6a) töötavad silmad tegelikult kõige optimaalsemalt. Kahjuks on sellise tooniga valgusel ka mõned puudused. Detailsust on raskem tuvastada ja punase tooni spekter on vähem nähtav. Sinise-rohelise valgusega ei ole võimalik näha ka otse silmade ette. Tarvis on õppida vaatama 15-20° keskpunkti eemale. Siiski on parimaks kohanemiseks öise valgusega soovituslik kasutada kõige mahedamaid spektriosi, milleks ongi sinine-roheline. Selle tõttu võeti standardina lennukite kokpittides kasutusele sama tooniga valgus (Larsen 2013).



Joonis 6.

- a. Värviline tekst sinise-rohelises valguses
- b. Värviline tekst punases valguses
- c. NATO standarditele vastav lennukaart sinise-rohelises valguses
- d. Norra ettepaneku kujundusega lennukaart sinise-rohelises valguses

Allikas: Larsen 2013

Kuid mees peab pidama, et sinise-rohelises valguses on kaardi loetavus kardinaalselt erinev selle loetavusest päeva valguses (Joonis 6c ja 6d). Rohkem tähelepanu nõuab sel juhul ka leppemärkide värvivalik, millele NATO kujunduses pole rõhku pandud. Sellistes valgustingimustes võivad teatud leppemärgid olla raskesti tuvastatavad. Näiteks on elektriliinid raskesti tuvastatavad nii oma joonestiili kui ka värvuse pärast. See-eest uute leppemärkide mõju on muudetud öövaatlusseadmete kasutamiseks tugevamaks. Et vastavas valguses loetavust suurendada, sai muudetud ka kogu topograafilist tausta (Wagstaff et al. 2012).

Spetsiaalses valguses kasutatavate kaartide puhul ei ole oluline mitte ainult värvivalik, vaid ka õige värvimudeli kasutamine. Kõige tavalisem värvimudel, mida kasutatakse nii printimisel kui ka trükkimisel on CMYK. Kaardile kantavad värvid sisaldavad sellisel juhul kindlaid

värvipigmente, mis neelavad peegelduvast valgusest punast (tsüaan pigment), rohelist (magenta pigment) ja sinist (kollane pigment) komponenti. Neljas värv (musta analoog) on kasutusel mõningate trükiprotsesside kõrvalnähtude likvideerimiseks ja aitab ka kergemini luua neutraalseid ja tumedaid toone (Tammert 2013). Teatud värvid ei tule öövaatlusseadmetes kasutatavas valguses esile, mis omakorda ei lase selle värvivalikuga objekte kaardilt näha. Selle tõttu soovitas Terje Larsen oma ettekandes (Larsen, Vingå 2013) asendada teatud objektide värvimudel spot-mudeliks, et tagada kindel värvitoon. Samuti tulevad spot- värvidega nähtused paremini esile sinise-rohelises valguses. Spot- ja CMYK värve saab kasutada kujunduses koos. Siiski on targem kasutada ainult väheseid Spot-värve, sest nende trükkimine on väga kulukas, ent samas otstarbetu (Tammert 2013). Seega on spot-värve mõistlik kasutada selle info kujutamisel, mida on kaardil kõige tähtsam ja vajalikum välja tuua. Antud juhul on selleks kõrgtakistused ja lennuinfo. Samuti peab meeles pidama, et Spot- värvid kaotavad oma eelised kui kaarti kopeerida või uuesti trükkida kasutades ainult CMYK värvimudelit.

3.4 Kaart kui visuaalne tervik

Madallennukaartidel on vajalik kõrgtakistused ja elektriliinid graafilises mõttes intensiivsemalt või esilekutsuvamalt välja tuua niimoodi, et piloodid veedaks lennu ajal kokpitis vähem aega kaardi tõlgendamisele ja keskenduks rohkem ümbritsevale keskkonnale ning juhtimisele. See muudab lennu olulisemalt sujuvamaks ja ohutumaks ning ei hajuta tähelepanu.

Ent muutes ühte leppemärki, muutub ka kaardi üldine välimus ja selle tõttu on vaja nähtused omavahel jälle kooskõlla viia. Kui teatud leppemärki on kergesti võimalik segamini ajada mõne teise leppemärgiga või on seda üldse raske kaardi taustalt üles leida, siis peab viima sisse korrekture mitte ainult leppemärgis endas, vaid ka teistes kihtides.

Kaardi koostaja töö on moodustada nähtuse ja leppemärgi vahel seosed, arendades välja leppemärgiklasside tüpoloogia ja reeglid sobitamaks need geograafiliste nähtuste klassidega. Seda võib vaadelda kui leppemärgisüsteemi süntaktikat. Tähtis on meeles pidada, et iga leppemärk on mõeldud selgelt määratletud viisil ühtima oma nähtusega. Kaardi eesmärk sõltub kaardi kasutaja suutlikkusest teha vahet erinevatel leppemärkidel. Vajalik on ühine arusaam kaardi koostaja ja kasutaja vahel leppemärgisüsteemi süntaktikast (MacEachren 2004).

Visuaalsed muutujad on leppemärkide välised karakteristikud, millega kaardi koostajal on võimalik leppemärgiklasside tüpoloogia esitamiseks mängida. Nende eesmärk on väljendada erinevusi ning luua seoseid klasside vahel. Visuaalseteks muutujateks on (Anson, Ormeling 1993):

- **Suurus**

Ainukesed piirangud suurusele annab kasutaja võime visuaalselt tajuda teatud piirmäärasid suuruste vahel. Need piirmäärad jagunevad kolmeks:

1. Äratundmise piirmäär ehk nähtuse minimaalne suurus, mida on võimalik palja silmaga näha tavatingimustes. Ringi diameetri puhul on selleks 0,2 mm ja joone laiusel 0,1 mm.
2. Lahususe piirmäär ehk külgnevate nähtuste vaheline minimaalne kaugus, mida inimene suudab eristada, et tagada nende individuaalsus. Selleks vahemaaks on 0,2 mm.
3. Eristamise piirmäär ehk vahetegemine sarnase välimusega nähtustel.

- **Kuju**
Kuju variatsioonid põhinevad leppemärgi kontuurjoone muutustel. Need modifikatsioonid kehtivad ainult punkt- ja joonleppemärkidele. Punktleppemärgid saavad oma kuju järgi jaguneda pildilisteks, assotsiatiivseteks või geomeetrilisteks (Robinson et al. 1995).
- **Värvus**
Kaardi koostamisel peab olema äärmiselt tähelepanelik värvivalikul, arvestades nende sõltuvust valguse intensiivsusest. Samuti on soovitatav kasutada teatud nähtuste puhul assotsiatsioone tekitavaid värvi, nagu näiteks kujutada metsa rohelisena jne.
- **Tekstuur**
Pindleppemärkide välimist kuju ei saa küll otseselt muuta, sest siis muutuks ka nende väärtus, ent saab muuta nende tekstuuri ja struktuuri, nagu ka punkt- ja joonleppemärkidel. Sellega saab hästi tuua välja ka nähtuste klassisisene jaotuvus.
- **Orienteeritus**
Orienteeritus on ainuke visuaalne muutuja, mis näitab efektiivselt dünaamilisi nähtusi, nagu näiteks lennuradade suunda.
- **Väärtus**
Väärtus avaldub valge pinna ja graafiliste elementide vahelise suhtena, mida väljendatakse protsentuaalselt. Puhas valge pind oleks sel juhul 0% ja täiesti must ehk küllastatud pind 100%. Väärtus on ka korrelatsioonis tekstuuriga.

Kaardil kajastuvat informatsiooni on ainult siis õigesti tõlgendatud kui nähtuste vahelisi seoseid on kujutatud selgelt ja lihtsalt. Seda on võimalik teostada asjakohaste visuaalsete muutujate kasutamisega (Anson, Ormeling 1993). Kaardil peab leppemärkide vahel valitsema kindel subordinatsioon ja harmoonia.

4 ANDMED JA METOODIKA HELIKOPTERIKAARDI KOOSTAMISEKS JA LEPPEMÄRKIDE ANALÜÜSIKS

4.1 Lähteülesanne ja -nõuded kaardile

Magistritöö eesmärgiks oli koostada Eestit ja Põhja-Lätit kattev helikopterikaart mõõtkavas 1 : 250 000 õhuväe helikopteri pilootidele madallendude planeerimiseks ja navigeerimiseks. Kaardi koostamisel lähtuti põhiliselt NATO standarditest, ent kõrgtakistuste ja elektriliinide leppemärgid esitati standardimise ettepaneku soovitusliku kujunduse kohaselt. Sellega seondult oli teiseks eesmärgiks standardse kujunduse ja soovituslike leppemärkide arendamine visuaalse terviklikkuse saamiseks, et kaarti oleks võimalik kasutada ühe sobiliku näitena standardimise protsessis. Helikopteri piloodid esitasid kaardile lähtenõuded, mis jagunesid sisuliselt kolmeks:

A. Tehnilised lähtenõuded

Tehnilistele lähtenõuetele sobivaks aluseks võeti NATO standarditele vastav *Joint Operations Graphic Aeronautical Chart* (JOG AIR). Tehnilised lähtenõuded olid:

- Kaardi formaat ehk helikopterikaart pidi olema jaotatud kaheksaks 2° E x 1° N suurusega kaardileheks ning katma kogu soovitud ala.
- Kaardi projektsioon ehk helikopterikaart pidi olema Mercatori universaalses põikprojektsioonis (UTM) ja põhinema Ülemaailmse Geodeetilise Süsteemi 1984 (WGS84) ellipsoidil, ent kajastama ka sõjalist kohaviiteüsteemi (MGRS).

B. Kartograafiline info

Nähtuste kujundusliku info poole pealt toodi nõudena välja kaardi võimalik kasutus öövaatlusseadmetega ja sinise-rohelises valguses. Navigeerimiseks vajalikest nähtustest toodi välja veel:

- Kõrgepingeliinide kujutamine vastavalt võimsusele
- Teedevõrdu esitamine proportsionaalselt tee tüübile ja kattele
- Üksikud majapidamised
- Majakad
- Sadamad
- Kirikud
- Suuremad sillad
- Lõhketöödega ja suuremad kaevandused
- Turbakaevandusväljad
- Looduskaitsealade piirid
- Lasketiirud

C. Lennuinfo

Helikopterikaardil oli esitatava lennuinfo aluseks visuaallennukaardil ICAO regulatsioonide järgi kajastuvate vastavate andmete loetelu. Antud töös olid eesmärkide saavutamiseks kõrgtakistuste andmed üldisest lennuliiklusinfost eraldatud.

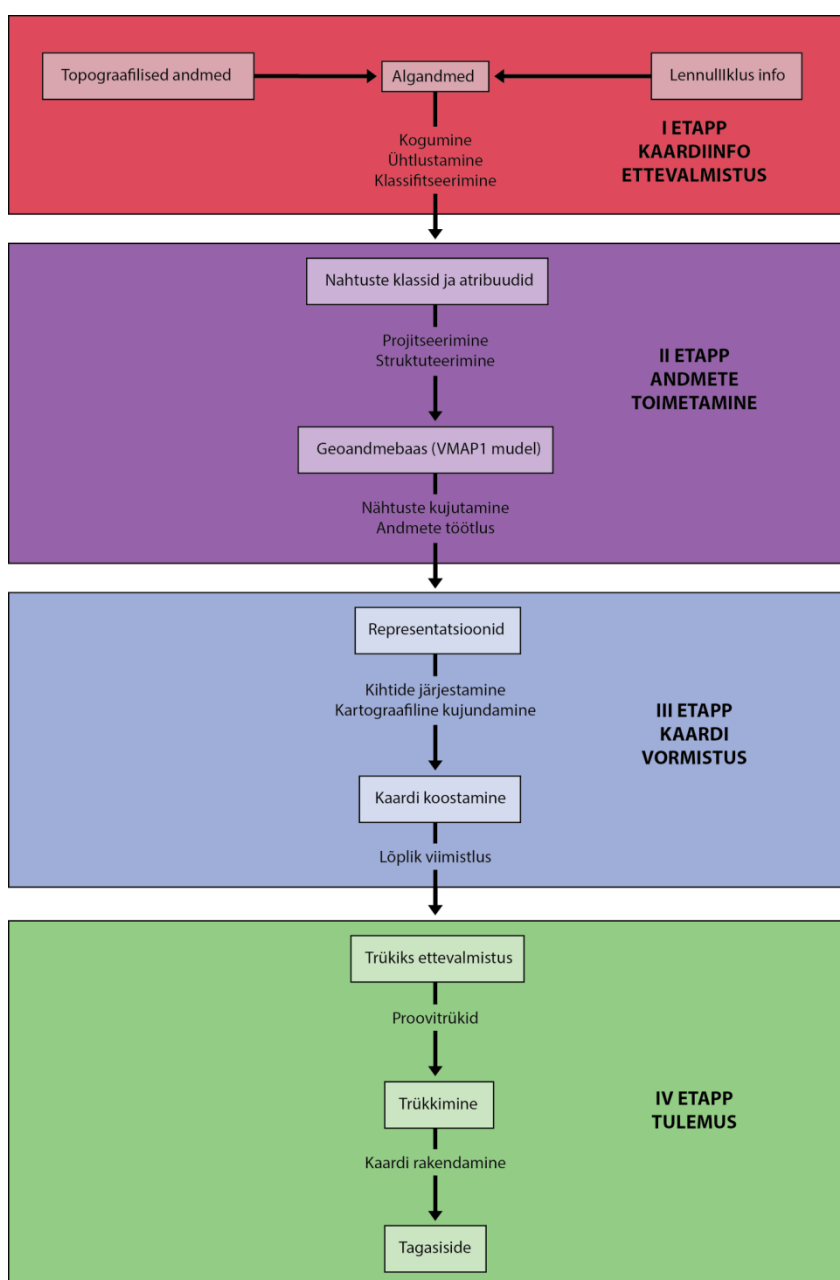
- Kõrgtakistuste minimaalseks suhteliseks kõrguseks helikopterikaardil määrati 150 jalga, et kaarti saaks kasutada vähemalt 200 jala (~60 m) kõrgusel lendamiseks.

- Kaart pidi kajastama ka kogu lennuliiklusinfot, mis koosneb lennuväljadest, takistustest, keelu-, ohu- ja piirangualadest, lennuliiklusteeninduse aladest ning süsteemidest ja raadionavigatsioonilistest vahenditest (Tarre 2007).

4.2 Kaartide koostamise protsess

Helikopterikaardi ettevalmistusprotsessis koostati koostamisplaan, mille lõpptulemuseks pidi valmima paberformaadis lennukaart. Koostamisplaan skeem on esitatud joonisel 7. Kogu koostamisprotsess jagati nelja suuremasse etappi:

- Kaardiinfo ettevalmistus
- Andmete toimetamine
- Kaardi vormistus
- Tulemus



Joonis 7. Helikopterikaardi koostamisprotsess

4.3 Andmed

Kõik andmestikud esitati militaargeograafiagrupile ArcGIS Geodatabase formaadis. Algandmete jaotus vastavalt oma olemusele on alljärgnev:

A. Varasemad kaardid

- NATO standarditele vastav JOG AIR lennukaart mõõtkavas 1 : 250 000.
- ICAO standarditele vastav Eesti visuaallennukaart mõõtkavas 1 : 500 000.

B. Eeskirjad

- Kaardi koostamisel võeti aluseks erinevaid NATO geostandardeid ning ICAO regulatsioone, mis on välja töötatud ruumiandmete ja kaartide jaoks. Vastav nimekiri on välja toodud lisas 1
- Andmete vormistamiseks kasutati rahvusvahelist kaitseotstarbelisi ruumiandmeid kirjeldavat registrit..

C. Lennuinfo

- Eesti lennuinfo ja kõrgtakistuste andmebaas pärines LLT-lt, mis on samuti riigile kuuluv ettevõtte. Eesti ehtisregistri alusel loodud kõrgtakistuste andmebaasi on sisse kantud ainult ehitised, mille kõrgus maapinnast on vähemalt 150 jalga (~45 m).
- Läti lennuinfo koos kõrgtakistustega telliti koostöölepingu alusel nende kaitsevält.
- Venemaa ja Soome lennuinfo lisati andmebaasi vastavate riikide aeronavigatsioonilise info kogumike (AIP) põhjal.
- Kõrgtakistuste ja elektriliinide leppemärkide soovituslik kujundus esitati digitaalselt standardimise protsessi algatajate poolt.

D. Topograafiline info

- Kõrgepingeliinide andmestik saadi Elering AS-lt.
- Läti topograafiline info telliti koostöölepingu alusel nende kaitsevält.
- Muu topograafiline taust komplekteeriti militaargeograafiagrupile kuuluvate geoandmete põhjal.

Andmebaasiga toimetamiseks ja kaardi koostamiseks kasutati ESRI kaarditöötlusprogrammi ArcGIS 10.1 versioonis tarkvara. Printimiseks ettevalmistamine toimus vektorgraafika töötlemiseks mõeldud Adobe Illustrator CC tarkvaraga.

4.4 Helikopterikaardi kvaliteedi analüüs

Koostamisprotsessi eesmärkide saavutamiseks teostati pidevalt erinevaid kvaliteedi analüüse, et helikopterikaardi lõplik tulemus oleks kõigile üheselt mõistetav ning sellelt loetavat informatsiooni saaks omandada õigesti ja kiiresti. Analüüside tegemisel tuli arvestada ka kaardi kasutamisega õistel lendudel ning erineva valgustusega. Kvaliteedi analüüse teostati alljärgnevatel etappidel:

- Varasemate lennukaartide arvustamisel
- Reljeefi kujutusviisi valikul
- Kõrgtakistuste ning elektriliinide leppemärkide arendamisel
- Valmiskaardi vigade kontrollimisel
- Tagasiside vormistamisel

Eelpool välja toodud analüüside ekspertiisid toetusid helikopterkaardi kasutajate arvamusele, NATO ja ICAO publikatsioonidele, Norra standardimise ettepanekule, töö koostaja kartograafilisele väljaõppele ning militaargeograafilisele taustale.

4.5 Tagasiside kogumine

Tagasisidet kaardile koguti pigem vabas vormis, sest selle ametlik kasutajaskond oli piiratud ning väikesearvuline. Tagasisidet koguti järgnevalt:

- Lihtvormis ankeetidega, mis olid mõeldud kaardikasutajatest riiklikele ametkondadele
- Suulisel teel ehk mitteametlike vestluste käigus
- Kirjalikul teel ehk e-maili vahendusel

Kaardi kasutajate tagasiside andmine toimus kahel tasandil:

A. Riiklik

- Õhuväe helikopterite eskadrilli meeskonnalt koguti tagasisidet kogu protsessi jooksul. Konkreetsema tulemuse saavutamiseks võttis eskadrill osa kõikidest helikopteri kvaliteedi analüüsides välja arvatud vigade kontroll. Nende panus põhines erinevate kaardiversioonide testimises nii päevastel kui ka öistel lendudel.
- Politsei- ja piirivalveameti lennusk, kui teine kaardi kasutajatest riiklik ametkond, andis oma kommentaarid ning soovitusid alles pärast helikopterikaardi valmimist.

B. Rahvusvaheline

- NATO siseselt toimus kaartide jagamine teistele liikmesriikidele lepingu alusel andmevahetuse raames. Sellest tulenevalt saadi tagasiside ainult nendelt riikidelt, kes olid helikopterikaardist otseselt huvitatud ning soovisid saada selle eskemplare.
- NGA andis enne helikopterikaardi NATO ruumiandmete registrisse kandmist sellele horisontaalse täpsuse hinnangu. Hinnang põhines kaardilt valitud kindelpunktide asukoha statistilisel analüüsil.

5 MILITAARGEOGRAAFIAGRUPI LOODUD HELIKOPTERIKAART

5.1 Kaheksaleheline trükikaardi komplekt

5.1.1 Tulemus

Töö lõpptulemusena valmis 2014. aasta kevadel helikopterikaart (Joonis 8) mõõtkavas 1 : 250 000, mille Tallinna leht on esitatud lisa 2. Kaart lähtub põhiliselt NATO ja ICAO standarditest ning regulatsioonidest. Kaart on esitatud ka näidiseksemplarina leppemärkide arenduse protsessis.



Joonis 8. Helikopterikaardi 8-leheline komplekt

Allikas: Militaargeograafia grupp 2014

5.1.2 Töömaht

Kaardi koostamisprotsess algas 2012. aasta oktoobrikuus helikopterite eskadrillilt ülesande saamisega ning lõppes 2014. aasta märtsikuus kasutajatele trükikaardi välja jagamisega. Ülesande projektjuhiks määrati käesoleva töö koostaja, kes võttis aktiivselt osa ka kaardi koostamisprotsessi iga etapi tegevustest. Koostamisprotsessis olid teatud etappidel abiks veel 3 militaargeograafiagrupi töötajat. Tabel 1 annab ülevaate helikopteri kaardi koostamiseks

kulunud töömahust (märkuste veerus on lisaks üldtegevusele välja toodud ka iga töötaja spetsiifiline ülesanne vastavas etapis).

Tegevus	Aeg	Tulemus	Teostaja	Märkused
Kaardiinfo ettevalmistus	November 2012 Veebruar 2013	Nähtuste kataloog	Projektijuht	
Andmete toimetamine	Märts 2013 Juuni 2013	Geoandmebaas	Projektijuht	
			1. töötaja	Tartu leht
Kaardi vormistus	Juuli 2013 August 2013	Representatsioonid	Projektijuht	
	September 2013 Detsember 2013	Kaardi koostamine	Projektijuht	
			2. töötaja	Koordinaatvõrkude loomine
			3. töötaja	Horisontaalide loomine
Trükiks ettevalmistus/ Trükkimine	Jaanuar 2013 Veebruar 2014	Trükikaart	Projektijuht	Vigade kontroll
Trükikaardi välja andmine	Märts 2014	Tagasiside	Projektijuht	

Tabel 1. Helikopterikaardi koostamisprotsessi töömahud

5.1.3 Projektsioon

Kaart on koostatud UTM projektsioonis, mis põhineb WGS84 ellipsoidil, ent kajastab ka MGRS süsteemi asukohapunktide määramiseks maapinnal. Koordinaatvõrk on esitatud 10 km ruutudena ja vastavalt kaardilehele kas UTM-i 34. või 35. tsoonis. Tsoonipiirile jäävatel kaardilehtedel on kajastatud mõlemate tsoonide koordinaadid. Arvestades varasemaid probleeme kaartide kompileerimisega, otsustati iga kaardileht teha projektsiooni põhjasuunale vastavaks, et poleks vaja lehti venitada nende kokkupanekul.

5.1.4 Kõrgussüsteem

Kõrgussüsteem põhineb NATO standardi kohaselt WGS84 ellipsoidil. Kõrgusjoonte tegemisel on kasutatud digitaalset maapinna kõrgusmudel (DTED1), mille piksli suurus on 100 meetrit. Kõrgusjoonte lõikevahe on 65 jalga (~20 m). Kõrgusandmete tekstid esitati kaardil jalgades. Kaardiraamil on esitatud vastav märg, samuti kõrguste ümberarvutustabel jalgadest meetritesse.

5.1.5 Kaardilehede formaat ja seerianumber

Vastavalt lähtenõuetele katab helikopterikaart kogu Eesti ala ja osa Põhja-Lätist (lõunapiiriks on Riia) ning koosneb 8 kaardilehest. Erinevalt varasemast JOG AIR kaardist pole lehed lõigatud geograafiliste koordinaatide järgi, vaid on ristkülikukujulised. Kaardilehed, mis külgnevad mõne teise lehega paremal ja üleval, on vastavates suundades 5km (2 cm) võrra pikendatud, et tekiks ülekate. See võimaldab kaardilehti omavahel paremini ühendada suureks seinakaardiks. Kaardilehede standardsed mõõtmed on 640 x 600 mm. Kuressaare ja Narva lehed on standardist erineva suurusega, et saaks peale kanda kogu Eesti ala. Kaardi trükitiraaž oli 300 eksemplari iga lehe kohta.

Kaardi seerianumber pärineb USA ruumiandmete luureagentuurilt (NGA-lt), kes tagab USA-le ruumiandmete näol võitlustoetuse nii üksiku riigina kui ka NATO-s. Sellega seondult tegeleb agentuur NATO ruumiandmete ladustamisega. Igale NATO produktile omastatakse

seerianumber ja -nimetus, mille järgi on teda võimalik kategoriseerida. Samuti määratakse NATO laonumber, mis on kui toote identifikaator. Laonumber lisatakse arhiveerimise eesmärgil kaardile triipkoodina. Helikopterikaardi seerianumbriks ja -nimetuseks määrati M551A, Euroopa spetsiaalsed lennukaardid Balti regioonis 1 : 250 000 mõõtkavas. Iga kaardilehe nimetus võrdsustati vastava JOG AIR-i kaardilehega. Kaardil puudub salastatuse tase, ent see on mõeldud ainult ametkondlikuks kasutamiseks.

5.1.6 Kaardi kujundus

Helikopterikaardile esitatud andmestiku lähtenõuded täideti vastavalt võimalustele. Õhuruumi kihtide kujundamisel võeti aluseks ICAO nõuded ja nendele vastav Eesti visuaallennukaart. Kaardi kujunduseks kasutatud JOG-i spetsifikatsioon ning STANAG 3675 (Edition 2) määrasid ära põhilised kaardil kajastuvate leppemärkide ja soovituslike värvide printsiibid.. Kui enamiku leppemärkide ülevõtmisega ei tekkinud probleeme, siis spetsifikatsioonis antud värvilahendused ei olnud tihti sobilikud kaardile kandmiseks ja erinevates valgustes kasutamiseks. Samuti puudusid vastavad värvikoodid, mida oleks saanud sisestada Adobe Illustratorisse. Selle tõttu pidi rohkem rõhku panema värvide valikule. Kaardi trükkimisel kasutati CMYK värvipaletti, ent teatud nähtusi kujutati spot värvidega:

- sinine (Pantone 300 C) – lennuinfo, lennuväljad ja kõrgtakistused
- punane (Pantone Warm Red C) – piirangu- ja ohualad ja alates 220 kV pingega elektriliinid
- pruun (Pantone 7511 C) – reljeef ja UTM-i 34. tsooni 10 km võrgustik.

Lõpptulemusena oli kaardi üldine kujundus ja esitatud andmestik vormistatud enamjaolt reeglite järgi, kuid reljeefi kujutamiseks ei kasutatud kõrgusvärvingut või varjutust. Standardimise protsessis esitatud soovituslik kõrgtakistuste ja elektriliinide leppemärkide kujundus lisati helikopterikaardile mõningate muudatustega, ent sellest on täpsemalt kirjutatud allpool.

5.2 Vigade analüüs

Trükikaardi järelkontrolli käigus tuvastati peamiselt toimetamise vigu, mis trükiks ettevalmistusel jäid märkamata. Sellised vead tekkisid põhiliselt inimlikust eksitusest. Enamus neist oli objekti tekstina esitatava atribuutinfo puudumine või nähtuste vale kujutus (nt. vale font või esitusviis). Suuremateks toimetamisest tingitud defektideks olid riikide nimede ning langujoonte puudumine. Nimede puudumist kompenseerisid teatud määral rahvusvaheliste lennuinfopiirkondade annotatsioonid, kuid ainult nendest kindlasti ei piisanud riikide anoteerimiseks. Langujoonte puudumise võis tingida kaardi vormistamise käigus tehtud otsus jätta reljeefvärvingud kaardil esitamata. Selle tõttu tekkis vajadus kajastada maapinna languse suunda, et oleks kergem reljeefi lugeda, mis aga unustati kaardile kanda.

NGA-1 tekkis kaardi ladustamisel probleeme selle identifitseerimisega. Nimelt määrati laokoodid algselt valesti. Lennukaartide laokood peaks algama 7641-ga, ent helikopterikaardil algas see 7643-ga, mis oli tegelikult mõeldud topograafiliste kaartide jaoks. Samuti polnud tiraažinumbri järgnev kaardi koostaja ametlik lühend NATO standarditele vastav. Samas puudusid militaargeograafiagrupil tol hetkel veel sellekohased kodeeritud initsiaalid. Helikopterikaardil esitati selle asemel trükinumber koos maatähisega 1-EST. Ent mõlemad eelmainitud vead ei olnud otseselt tingitud kaardi koostajate eksimusest. Seega sai ainult oletada, et nende tekkepõhjuseks oli pigem ametkondadevahelise dokumendihalduse praak.

Kõik vigade parandused said siiski kaardi digitaalsele versioonile peale kantud. Tulevikus otsutati maatahise asemel kasutada ametliku lühendina militaargeograafiagrupi initsiaale – MGG. Samuti juhtis suuremate toimetusvigade tuvastamine tähelepanu korralikumale kontrolli vajalikkusele enne kaardi trükkimist. Järgmisel korral oleks soovituslik kasutada kontrolli käigus rohkem töötajaid, et vähendada toimetamisvigade ilmnemist kaardil. Siiski ei seadnud eelpool mainitud vead ohtu kaardi kasutamist lendamisel ning planeerimisel. Samuti ei seganud toimetusvead navigeerimist ega vähendanud oluliselt kaardi kvaliteeti.

6 HELIKOPTERIKAARDI ARENDUS JA ARUTELU

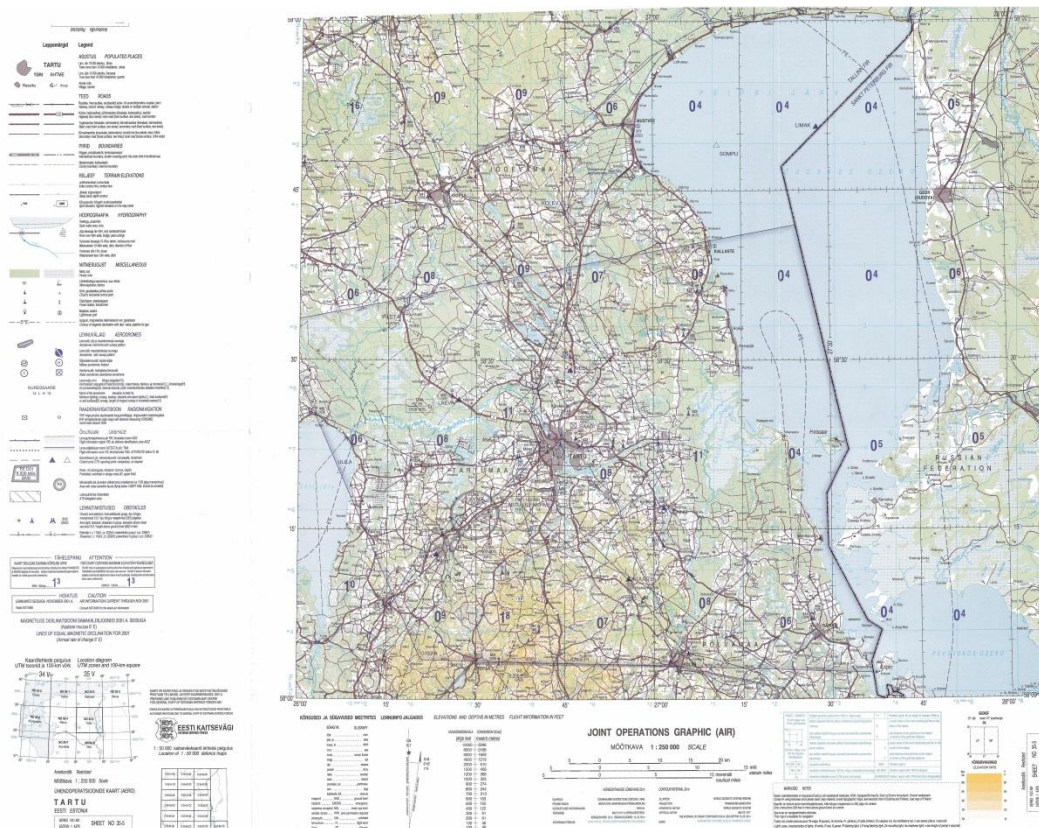
Käesoleva töö seisukohast olid suurema kaaluga need kaardikoostamisprotsessi etapid, mis hõlmasid andmete töötlust ning leppemärkide arendust. Ent enne koostamisprotsessi algust viidi läbi varasemate kasutusesolevate visuaallennukaartide pragmaatika analüüs, et põhjendada vajadust uue kaardi järele ning saada juhiseid selle paremaks visuaalseks vormistamiseks. Analüüsi käigus tehtud järeldused ühtisid paljuski pilootide hoiakute ja kommentaaridega antud kaartide suhtes.

6.1 Varasemate lennukaartide kriitika

Varasematest kaartidest oli kasutusel olnud kaks standardset versiooni:

A. *Joint Operations Graphic Aeronautical Chart*

Kuigi antud kaarti piloodid tegelikult oma igapäevatöös enam ei rakendanud, oli see nende jaoks ainuke militaarse põhifunktsiooniga lennukaart Eesti ala kohta, millega nad varasemalt olid tihedamalt kokku puutunud. NATO standarditele vastav 1 : 250 000 mõõtkavas JOG AIR kaart 2001. aastast (Joonis 9) oli kohandatud maa-õhk tüüpi ühisoperatsioonidel kasutamiseks. Seega oli kaardil rohkem rõhku pandud topograafilisele alusele. Aeronavigatsiooniline info oli pigem esitatud kohustuslike nõuete pärast ning seetõttu jäi see kaardil liiga tagasihoidlikuks. Arvestades kaardi vanust, oli sellel kajastuv info vananenud ehk kaart ei olnud ametlikult enam lendamiseks kõlbulik.



Joonis 9. AS Eesti Kaardikeskuse poolt 2001. aastal toodetud JOG AIR-i kaardileht NO-35-5 Tartu.

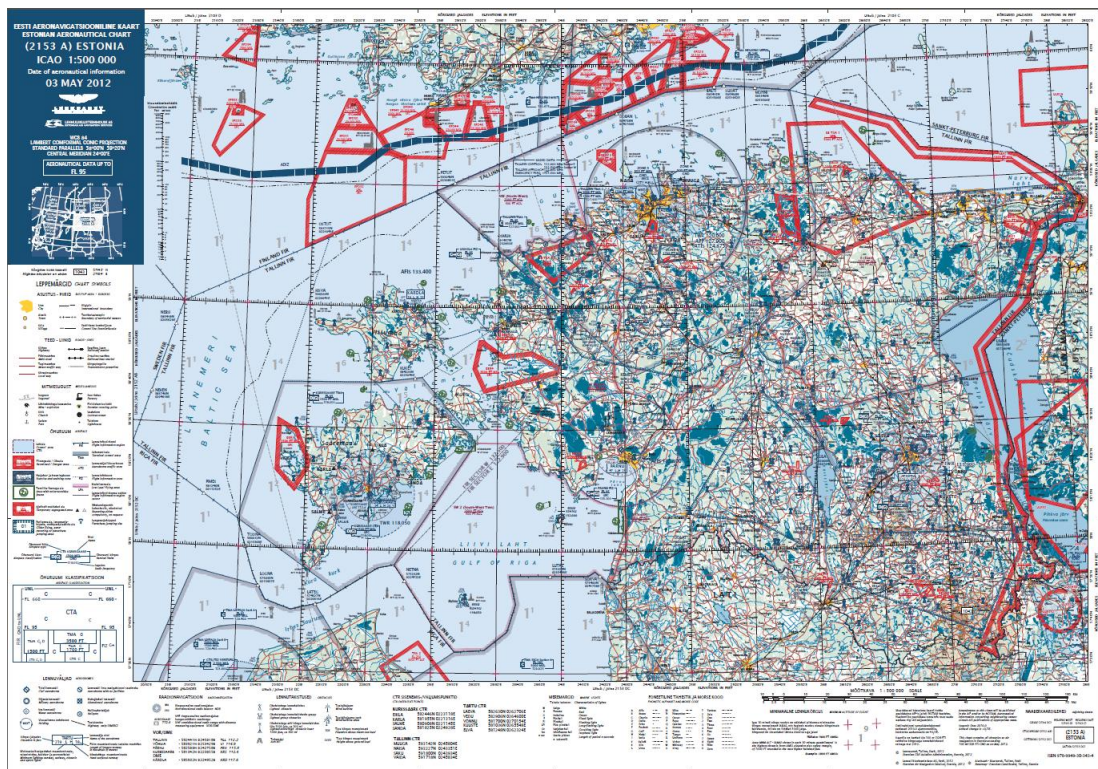
Allikas: AS Eesti Kaardikeskus 2001

JOG (nii GROUND kui ka AIR versioon) kaardiseeriade aluseks oli STANAG 3600 (Edition 3) – *Topographical land maps and aeronautical charts 1 : 250 000 for joint operations*. Selle standardi viimane versioon on aastast 1979 ja seega paljude liikmesriikide arvates on tegu iganenud kaardiseeriaga, vähemalt lennuinfo kujunduse ja kajastamise koha pealt. Mitmed riigid on loobunud nende kaartide koostamisest või isegi ei ole tegelenud enam nende uuendamisega.

JOG-i kujundus pole tänapäevaste visualiseerimisvõimalustega kaasa läinud ja seega oli liiga vananenud. Samuti on kaardil kajastuv lennuinfo tihti pigem lisatud ületrükinä AIR versioonile, säästes aega ja raha eraldiseisva väljaande koostamise pealt. JOG AIR kaardil kasutatavad värvivalikud on standardi kohaselt soovituslik jätta üldiselt GROUND versiooni omadega samaks. Samuti peavad need olema loetavad punases valguses, mis oli varasemalt kogu sõjaväes kasutuses.

B. Eesti visuaallennukaart

ICAO standarditele vastav 1 : 500 000 mõõtkavas visuaallennukaart (Joonis 10) oli LLT poolt välja antud. Sellel esitatud info põhines lennuliiklusandmetel ning Maaameti topograafilisel andmekogul (Tarre 2007). Antud kaart sisaldas piisavalt infot rahuldamiseks visuaalse navigatsiooni vajadusi ning andmete esitus vastas väikestel kiirustel lendamiseks kasutatavate kaartide nõuetele (LLT 2015).



Joonis 10. ICAO standarditele vastav LLT poolt toodetud Eesti visuaallennukaart 2012. aastast.

Allikas: LLT 2012



Pilootidel oli kaarti vajalik kasutada alates 200 jala (~60 m) kõrgusel lendamiseks, seega jäi kaardil kajastuv topograafiline info madallendudel navigeerimiseks liiga üldiseks. Visuaallennukaardil esitatud takistuste absoluutse kõrguse alampiir 328 jalga (~100 m) muutis kõrgtakistuste võrgustiku esituse kaardil hõredaks ning topograafilisel taustal puudusid piisavalt detailseid maamärke. Samuti ei olnud kaardi ulatus neile sobilik. Helikopterite eskadrill viis tihti läbi õppusi Läti kolleegidega, mis

toimused vahel ka naaberriigi kaitsevää harjutusväljal Adažis (Riia lähisel). Visuaallennukaart aga sinnaamaani ei ulatunud ja seega ei olnud võimalik seda ühisõppusteks kasutada.

Helikopterite eskadrilli pilootidele meeldis JOG AIR-1 esitatud topograafilise informatsiooni loetelu ja mõõtkavala täpsus, ent samas ei olnud nad rahul sellel kajastuva puuduliku lennuinfoga. Samas piisas madallendude teostamiseks visuaallennukaardil välja toodud lennuliiklusinfost, välja arvatud kõrgtakistused. Seega võeti helikopterikaardi koostamisel aluseks JOG kaartide tehnilised nõuded ja standardid ning ICAO regulatsioonid õhuruumi kujutamiseks kaardil. Samas pidi kaart vastama ka pilootide poolt esitatud lähtenõuetele.

6.2 Andmete töötlus

Eespool loetletud andmete kogumisel oli probleemiks nende tunnuste ehk atribuutide varieeruvus või lausa puudumine. Probleemi lahendamiseks otsustati võtta kasutusele DGIWG-i nähtuste ja atribuutide sõnastik, mille abil määrati ja defineeriti kogu andmestik nähtusklasside kaupa. DGIWG-i sõnastik on rahvusvaheliselt standarditud kaitseotstarbeline ruumandmeid kirjeldav register (DGIWG 2012). Ümberstruktureeritud nähtuste kataloogi kohta koostati projekti dokumenteerimise eesmärgil detailne kirjeldus (Joonis 11).

PowerL – Kõrgepingeliin 110-330kV			
Nähtuse klass: AT030 Power Line			
<i>(A cable that transmits or distributes electrical power)</i>			
Nähtuse tüüp: Line			
Nähtuse tunnus:			
110kV:  joone laius 0,3 mm, CMYK: 100-0-100-25			
220-330kV:  joone laius 0,3 mm, SPOT: Pantone Warm Red C 100%			
Kogumise kriteerium: Do not collect if length <1,600 meters.			
Andmete allikas:			
Eesti –Elering AS-lt 2013 a. 110-330kV kõrgepingeliinide kiht, kriteerium täitmata			
Muu ala – JOG geoandmebaasist PowerL kiht, kriteerium täitmata			
Atribuudid:			
Code	Name	Description	Units
FUN	Condition of Facility	The state of planning, construction, repair, and/or maintenance of the structures and/or equipment comprising a facility and/or located at a site, as a whole.	Condition of Facility Code: 1 – Under Construction 4 – Dismantled 6 – Fully Functional
HGT	Height Above Surface Level	The vertical distance measured from the lowest point of the base of the feature at ground or water level (downhill/downstream side) to the tallest point of the feature.	Length - Metres
KVA	Power Line Maximum Voltage	The maximum voltage at which a power line is designed to operate.	Elektromotive Force - Kilovolt

Joonis 11. Ühe nähtuse klassi spetsifikatsioon kõrgepingeliini näitel

Klassifitseerimise põhjuseks ei olnud ainult andmete koondamine ja ühtlustamine, vaid asjaolu, et andmete standardile vastavaks viimine võimaldas nende kasutamist ka järgnevates kaardiseeriates ning jagamist lepingupartneritega andmevahetuse raames. Korduvalt tekkis probleeme erinevate riikide (Eesti, Läti, Venemaa) andmete koondamisega samadesse nähtusklassidesse. Riikide andmete struktuurid olid sageli haakumatud nii omavahel kui ka DGIWG-i sõnastikus esitatud nähtuste struktuuriga. Tihti puudusid andmetel ühesugused atribuudid või olid need erinevalt defineeritud. Selle tõttu pidi nähtusklasside kordumise vältimiseks andmete klassifitseerimisel teinekord tegema mööndusi atribuutide lisamise osas. Andmete kogumise kriteeriumite aluseks võeti JOG kaartide tehnilised spetsifikatsioonid, mida vahel siiski kartograafilises kontekstis ei järgitud.

Kaardi koostamiseks loodi eelnevalt ESRI ArcGIS-i tarkvaraga ühine mitmekasutajasüsteemil põhinev geoandmebaas (ArcSDE Enterprise). Seejärel hakati andmebaasi lisama üksikhaaval nähtuste klasse ning määrati neile atribuudid. Andmed, mis ei olnud kaardiga samas projektsioonis, projitseeriti enne andmebaasi ülekandmist sellega vastavaks. Andmebaasi struktureerimisel võeti aluseks kaitsekaardistamise (Defence Mapping) kasutajaliidesega kaasnev Vmap1 mudel, mis põhineb JOG-i kaartidel. Kihtide loetelus hoiti parema ülevaate saamiseks lennuinfo andmestik topograafilisest eraldi. Iga kiht seoti representatsioonidega andmete paremaks ja kiiremaks kujutamiseks ArcGIS-i siseselt.

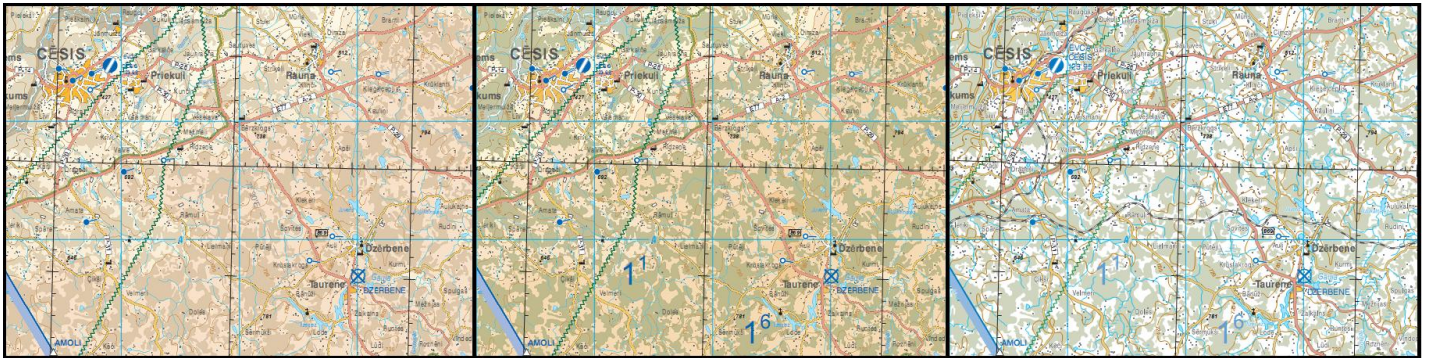
6.3 Kaardi vormistus

Leppemärgid seoti vastavate nähtusklassidega representatsioonide abil. Representatsioonid olid ArcGIS-i tarkvarasisene andmete kujutamise lahendus, mis võimaldab salvestada nähtuste esitamiseks koostatud sümboleid koos oma geomeetriaga otse vastavasse nähtuseklassi. Samuti aitavad representatsioonid hoiduda kartograafilistest kujutamisvigadest, mis võivad tekkida tavapäraste vahendite kasutamisel ArcGIS-s. Iga kiht võib olla esindatud mitmete representatsioonidega. See võimaldab andmeid kuvada erinevalt, sobitumaks paremini toodetava kaardi sisuga (ESRI 2012). Kuigi representatsioonid teevad andmete kujutamise kaardi koostamisel lihtsamaks, on nende kujunduse muutmine äärmiselt tülikas nähtuste paigutamisel ja redigeerimisel. Samuti on komplitseeritud nende kasutamine mitmekasutajasüsteemil põhinevas geoandmebaasis, sest leppemärkide muudatusi andmebaasis saab teostada ainult üks kasutaja väljaspool toimetamisprotsessi ning samal ajal ei tohi keegi teine olla ühendatud andmebaasiga. Vaatamata eelnevale kriitikale teevad representatsioonid siiski kaardi koostaja töö mugavamaks ja lubavad mängida andmete esitusviisiga. See on eriti kasulik olukorras, kus soovitakse nähtuste kujutamisel vahetada kiiresti erinevaid leppemärke, et näha nende sobivust ülejäänud kujundusega.

Kaardi leppemärkide koostamise ja kujundamise etapis hakkas välja kujunema ka kindel kihtide järjekord ning kaardi üldine tasakaal. Piloot kasutab helikoptrikaardi topograafilist alust navigeerimiseks, ent primaarse tähtsusega on tema jaoks ikkagi lennuinfo, sest just see teave tagab talle ohutu lendamise. Seega peab kaardi kujundus tooma hästi esile primaarse tähtsusega kihid. Selleks viidi topograafiline info rohkem tagaplaanile. Informatsiooni parimaks kujutamiseks lennukaardil tuli kasutada eelpool mainitud soovituslikke kartograafilisi pidepunkte, et kasutaja tajuks informatsiooni õigesti ja kiiresti. Kaart pidi lõpptulemusena olema üheselt mõistetav nii kasutajale kui ka selle koostajale.

Kaardi vormistamisel oli üheks suurimaks probleemiks reljeefi kujutamine. Esialgne plaan oli reljeefi kaardil esitada nii horisontaalidega kui ka astmelise kõrgusvärvinguga. Astmelisus oleks alanud 60 meetrist ning astmevaheks oleks jäänud 60 meetrit. Selline astmelisus oleks olnud piisav reljeefi kujutamiseks nii vähese kõrgusvarieeruvusega riigis nagu Eesti. Kõrgusvärvingut prooviti kaardil esitada kahel erineval viisil. Esimesel juhul (Joonis 12

vasakul) kattis teatud läbipaistvusega kõrgusvärvingu kiht nii metsa kui ka lagedat ala. Teisel juhul (Joonis 12 keskel) tõsteti metsa kiht reljeefi kihist kõrgemale ja muudeti metsa värv intensiivsemaks, ent samas määrati sellele ka 70% läbipaistvus. Pärast erinevate värvivalikute ja esitusmeetodite katsetamist, otsustati saata nendest kõige sobilikum versioon pilootidele kommenteerimiseks. Lisaks saadeti neile ka näidiseksemplar (Joonis 12 paremal) ilma kõrgusvärvinguta. Pärast erinevate versioonide testimist nii päevastel kui ka öistel lendudel esitasid piloodid ettepaneku jätta kaardil kõrgusvärvingud kajastamata, sest need halvendasid muude maakattekihtide eristamist ja seega raskendasid oluliselt kaardiga töötamist, seda eriti öises valguses.



Joonis 12. Erinevaid reljeefi kujutamismõimalusi: vasakul kõrgusvärving pealmise kihina; keskel metsa kiht katab kõrgusvärvingu kihti; paremal kõrgusvärving puudub, reljeef esitatud ainult horisontaalidega

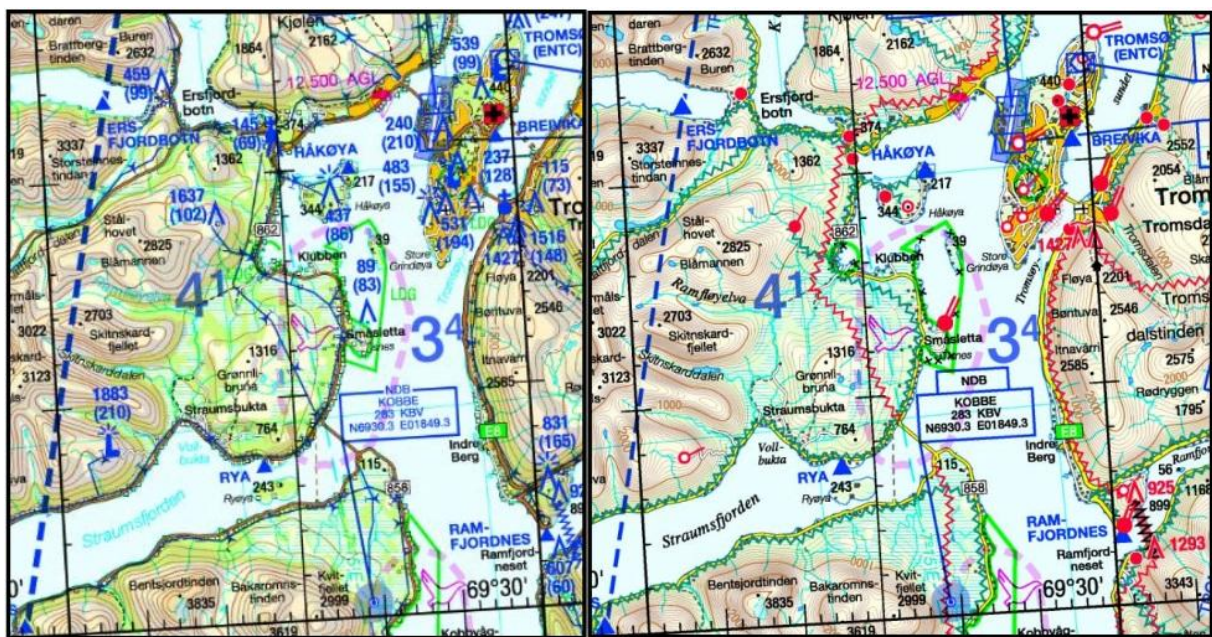
Värvide valik on äärmiselt tähtis protsess kaardi koostamisel. Õige värvikompositsiooni kasutamine tõstab kaardi loetavust ning aitab paremini tuua esile olulist informatsiooni. Helikoptrikaardil kasutati pigem traditsioonilisi ja reaalsusele vastavaid värve, et kasutajal ei tekiks raskusi info tajumisega. Topograafiline info, mis moodustas helikoptrikaardil fooni, esitati pastelsetes toonides. Tänu sellele tulid erksates toonides kõrgtakistused ja teised punktobjektid kergemini esile. Ka õhuruumialade, lennuväljade, raadionavigatsiooni vahendite ning elektriliinide kujutamiseks kasutati intensiivsemaid värve. Ent arvestama pidi ka kaardi rakendamisega öistel lendudel ja erinevas valguses. Selle tõttu otsustati kaardi trükkimisel esitada prioriteetsed nähtused spot-värvidega. Spot-värvid ei kaota oma mõju erinevates valgustingimustes ning seetõttu on nende nägemine kaardil kindel ka öistel lendudel.

Koostamisprotsessi käigus tutvustati kaardi kasutajatele ka uue leppemärgisüsteemi kujundust, põhimõtet ning puuduseid ja eelised võrreldes standardse kujundusega. Pilootidele esitati mõlemast versioonist üks näidiseksemplar, et nad saaksid neid võrrelda nii päeval kui ka öisel ajal kasutades. Piloodid leidsid, et uue kujundusega versioon toimib nende jaoks palju paremini kui varasem standardne versioon. Takistuste kõrgusi oli lihtsam lugeda ning elektriliinide tähised tulid paremini esile. Katse tulemusel otsustati kasutusele võtta Norra soovituslik kujundus. Seejärel kooskõlastati uus leppemärgisüsteem helikoptrikaardi üldise kujundusega.

Leppemärkide soovitusliku kujunduse ülevõtmise raames katsetati ka punase värvitooniga kõrgtakistuste leppemärki (Joonis 13). Selleks oli tarvis üldist kujundust drastiliselt muuta, et leppemärk tuleks paremini esile. See tähendas vormistamises rohkem lisatööd, kuid sellegipoolest muutis selline kujundus üldises plaanis värvide ja selle kaudu nähtuste eristamise kaardil raskemaks (kuigi antud väljavõttel seda ei taju).

Kasutusesoleval standardse kujundusega kaardil tulid kõrgtakistused küll hästi esile, kuid nende numbrilisi kõrgusväärtusi oli raske lokaliseerida ning ka leppemärgid ise segasid üksteist. Kaardi üldine ilme oli kirju ja segipaisatud. Ent ka prototüüpkaart ei jätnud head muljet. Punakalt foonilt ei tulnud sarnase värvusega kõrgtakistused mitte kuidagi esile. Kõrgepingeliine oli raske järgida ning puhveralaga tuulegeneraatorid sulandusid taustaga kokku. Sellise välimusega kaarti olnuks äärmiselt raske kasutada uue kujunduse soovitusliku näitena. Itaalia õhuväe erinevad üksused katsetasid kaarti nii lennu planeerimisprotsessides kui ka navigeerimisel. Tulemuseks oli üldine vastuseis uue leppemärgisüsteemi suhtes, mis enamjaolt oli tingitud tehtud muudatuste kartograafilisest aspektist (Monteleone 2012). Kaardil puudus täielikult harmoonia ja varasem taust ei soosinud absoluutselt uut kujundust, mille tõttu ei tulnud kartograafilise prioriteediga lennuinfo kihid esile.

Võrdluses Itaalia õhuväe kaardiga viis Norra õhuvägi oma prototüübil (Joonis 15) visuaalseid muudatusi sisse mitte ainult takistuste tingmärkides, vaid ka teistes kihtides. Koheselt paistsid silma reljeefi uuendused, mis omakorda tõid kõrgtakistused paremini esile. Teed ja kõrgepingeliinid ei katnud enam teineteist ning neil oli võimalik vahet teha. Samuti ei olnud Tromsø saarel (Joonis 15 ülal paremal) märgata leppemärkide kuhjumist. Antud piirkonnas oli kiiresti võimalik leida kõige kõrgem takistus maapinnast. Kuigi absoluutset kõrgust ei oldud numbriliselt esitatud, sai seda suhteliselt lihtsalt juurde lisada, sest kaardil oli selleks piisavalt ruumi. Võis leida ka mõningaid ebakõlasid, nagu näiteks tiheasustusalade liiga intensiivne kollane värvus, mis paiguti segas nendelt punase värvusega takistuste lugemist. Siiski olid kõik leppemärgid selgelt teineteisest eristatavad ning kaart on kergesti loetav.



Joonis 15. Norra lennukaardi tavaversioon standardsete leppemärkidega (vasakul) versus prototüüp uute leppemärkidega (paremal).

Allikas: Larsen, Vingå 2012

Jooniselt 14 ja 15 oli suurepäraselt näha, kuidas kaardi taust võis mõjutada ühte leppemärki ning vastupidi. Oli ilmne, et sellises olukorras vajasid ka teiste nähtuste kujutusviisid üle kontrollimist. Iga pisemgi muudatus aitas oluliselt kaasa paremale interpreteerimisele. Näiteks halo lisamine kõisteede leppemärgile eristas neid paremini teistest sarnase värvusega objektidest. Üksikutele hoonetele tumeda sisu andmine tõstis need kohe esile jne. Sellised nüansid olid tegelikult sama tähtsad kui suured muudatused kaardi kujunemisprotsessis. Kõik need muudatused kokku tegidki kaardist uuesti terviku.

Ka helikopterikaardi protsessi raames koostatud näidiseksplarid (Joonis 16) töid hästi esile Norra standardimise ettepanekus esitatud leppemärkide eelise NATO tavaversiooni suhtes. Kuigi helikopterikaardil kujutatud leppemärgid ei vastanud üksüheselt Norra soovituslikule kujundusele, täidsid need siiski standardimise ettepanekus esitatud erinevate kujunduste kooskõlastamise eesmärgi.

Standardse kujundusega näidiseksplaril oli kõrgtakistuste kohta käiv info raskesti hoomatav. Leppemärk ise oli kohmakas ning segab kaardi lugemist, seda eriti tihedama paigutusega kohtades. Takistusele tekstina lisatud kõrgusarvud võtsid kaardil liiga palju ruumi ja varjasid taustainfot. Selle tõttu muutus kõrgtakistuste sinine värvus liiga domineerivaks kaardi kogupinna suhtes, sest sama toon oli kasutusel juba ka teiste leppemärkide kujutamisel. See tegi raskemaks objektide eristamise üksteisest. Ka kõrgepingeliine oli võimalik interpreteerida mõne muu nähtusena, näiteks raudteena.

Samas kaardi lõppversioonil oli lisaks leppemärkide vahetusele muudetud ka teiste nähtuste kujundust. Tänu sellele oli raskem raudtee ja kõrgepingeliinide tingmärke omavahel segamini ajada. Uue kujundusega kõrgtakistuste leppemärkide paremaks märkamiseks helikopterikaardil lisati neile ka taustahalod. See aitas neid eraldada ümbritsevatest objektidest. Leppemärk ise võttis kaardil vähe ruumi, ent samas tõstis see drastiliselt kaardi loetavust. Sellega seondvalt muudeti tiheasustusalade kollane värvus intensiivsemaks.



Joonis 16. Helikopterikaardi näidiseksplar standardsete leppemärkidega (vasakul) versus prototüüp uute leppemärkidega (paremal).

Antud analüüs tõestas väidet, et muutes ühte leppemärki, muutub ka kaardi üldine välimus ning see võib omakorda mõjutada kaarti kui visuaalset tervikut. Sellisel juhul peaks kogu kujunduse omavahel uuesti kooskõlla viima, et kasutajad suudaks kaardil kajastuvat informatsiooni õigesti ning ühetähenduslikult tõlgendada. Samuti peaksid lennukaardil kõik esitatud leppemärgid olema kergesti loetavad, et tagada piloodile ohutu liiklemine. Arutelu järelduseks võis tuua, et uute leppemärkide oskuslik kujundus aitas kindlasti primaarse tähtsusega kõrgtakistusi ja elektriliine kaardil paremini graafilises võtmes esile tuua.

6.5 Helikopterikaardi hinnang ja tagasiside

Üleüldiselt sai tagasisidena positiivset vastukaja just kaardi täpsus, kasutajasõbralikkus ja välimus. Eraldi oli välja toodud elektriliinide ja kõrgtakistuste uue kujunduse head loetavust ning kasutusmugavust. Kaardi kasutajad avaldasid soovi saada ka helikopterikaardi uue versiooni väljaannet, millel oleks uuendatud ja aktuaalne lennuinfo.

6.5.1 Eesti õhuväe helikopterite eskadrill

Õhuväe pilootidega algas suhtlemine juba enne koostamisprotsessi algust, kui neilt küsiti tagasisidet varasemast kasutuses olevate lennukaartide pragmaatika kohta. Ent põhiline koostöö leidis aset just kaardi vormistamise käigus, kui nad olid erinevate nähtuste esitusviiside analüüsi testija rollis. Kõrgusvärvingute kujutamise analüüsis tulemuste kommenteerimisel tõi helikopterite eskadrilli esindaja välja alljärgneva soovitusel:

„Mida vähem on helikopterikaardile värve kantud, seda kergem on kaarti lendamisel kasutada.“

- Loe Dominic Sillat

Antud soovitus järgiti tähelepanelikult kaardi trükkimiseks ettevalmistamisel ning kaardile valiti hoolikalt värve, mida saaks omavahel kombineerida, et kaardi üldilme ei tuleks lõpptulemusena liiga kirju.

Kõrgtakistuste ning elektriliinide leppemärkide valikul olid piloodid uue kujunduse suhtes positiivselt meelestatud ning tõid eraldi välja siksakilise joonestiili toimimise elektriliinide tähisena. Pärast trükikaardi kasutuselevõttu toimus kohtumine helikopterite eskadrilli esindajatega, mille käigus andsid nad uute kõrgtakistuste leppemärkide kohta lõplikku tagasisidet. Uued tingmärgid olid nende jaoks muutnud kaardi kergemini loetavaks. Samuti ei tekkinud neil probleeme takistuste kõrguse määramisega, mida algselt kardeti, et see võib saada üheks uue kujunduse suuremaks tagasilöögiks leppemärgi tõlgendamisel.

Helikopterite eskadrill tõi välja ka kriitikat trükikaardi kujunduse ja vormistuse kohta. Siinkohal on toodud välja peamised märkused, mida plaanitakse rakendada kaardi järgmistel versioonidel.

- Kuigi lähtenõuetes oli kirjas looduskaitsealade piiride esitamine kaardil, loobuti sellest nõudest hiljem. Vähesel valgusega töötades näisid need trükikaardil kohati kui kruuskattega maanteed. Samuti ei omanud need lennunduse seisukohalt siiski erilist tähtsust. Seega otsustati antud nähtust tulevikus helikopterikaardil enam mitte kajastada.
- Üksikute majapidamiste punktipleppemärgina välja toomine oli mõnele kasutajale olnud segavaks faktoriks kaardi lugemisel, samas teistele oli see pigem orientiiriks ja heaks pidepunktiks üleminekul suuremõõtkavalistele kaartidele. Siiski ei oleks saanud majapidamisi näitavaid punktikogumeid asendada pindobjektiga, sest see oleks samastanud hajaasustuse tiheasustusega ning langetanud metsa ja lageda ala vahelise erinevuse loetavust. Järgnevatel versioonidel planeeriti siiski visuaalselt liiga tihedalt paiknevad punktid kaardi paremaks loetavuseks kujutada aladena ning vähendada punktipleppemärgi suurust.
- Eesti kui suhteliselt tasase maapinnaga riigi kontekstis ei omanud reljeefi kajastamine lennukaartidel erilist tähtsust. Seega soovitati muuta igasuguse reljeefiinfo kujutamine kaardil minimaalseks. Helikopterikaardil esitatud horisontaalide lõikevahet soovitati tulevikus veelgi suurendada. Samuti toodi välja, et öösel oli halvem kaardilt leida peenikese joonega leppemärke, nagu kraave ja horisontaale.

6.5.2 Politsei- ja piirivalveamet

Riigisiselt oli helikopterikaardi teiseks ametkondlikuks kasutajaks Politsei- ja piirivalveameti lennusalk, kellelt koguti tagasisidet lihtvormis küsitlusankeetide abil. Vastatud ankeetidelt võis tuua välja mõningaid sarnaseid tähelepanekuid:

- Helikopterikaart oli hästi täitnud oma eesmärgi ning olnud asjakohane, kuid sellel kajastuv aeronavigatsiooniline teave oli ankeetide väljasaatmise hetkeks juba osaliselt aegunud (tagasiside seisuga aprill 2014)
- Kõrgtakistuste tingmärke oli kaardilt kerge leida. Samuti oli pilootide jaoks takistuste võrgustik piisavalt informatiivne tänu nende suhtelise kõrguse madalale alammäärale.
- Kuigi kaardi formaat ja suurus oli sobiv lennuki kokpitis kasutamiseks, siis selle paber oli väheste kulumiskindlusega. Seega soovitati tulevikus kaart trükkida tugevamale paberile.
- Elektroonilise helikopterikaardi osas toodi välja, et see oleks võinud kättesaadav olla ka vähemalt 1 : 100 000 mõõtkavas, et otsingu- ja päästetöödel saaks kaarti kergemini tahvelarvutis kasutada. Selle nõude täitmiseks oli põhimõtteliselt tarvis tõsta digitaalse rasterversiooni pikslite lahutusvõimet selle eksportimisel töölusprogrammist vastavasse esitusformaati.

6.5.3 NATO liikmesriigid

NATO siseselt esitatud kommentaarid helikopterikaardile olid üldiselt positiivses toonis. Ent standardimise ettepaneku seisukohalt võis kõige kaalukamaks tagasisideks pidada protsessi algatajate Terje Larseni ja Gunnar Vingå kommentaare kaardile:

„Helikopterikaart on väga hästi vormistatud ja kergesti loetav.“

- Gunnar Vingå

„Helikopterikaardil esitatud kõrgtakistuste ja elektriliinide leppemärkide kujundus on suurel määral kooskõlas uue soovitatud kujundusega ja seetõttu on see väärtuslik argument Norra standardimise ettepaneku toetamisel.“

- Terje Larsen

NGA kaudu edastas oma tagasiside kaardile rohke taktikalise lennukogemusega USA õhuväe helikopteri piloot, kes oli mitmeid kordi teeninud Afganistaani missioonidel päästeeskadrilli meeskonnaliikmena. Seega võis tema arvamust pidada äärmiselt väärtuslikuks tagasisideks:

„Majakate esitamine nii ehitusliku kontuurpildina kui ka tulede iseloomu kirjeldusega aitas majakaid paremini õhust vaadatuna maapinnalt üles leida ja seetõttu oli ka kergem mere kohal navigeerida. Helikopterikaart oli hästi koostatud ja soovitaksin liikmesriikidel seda kasutada Eesti ala kohal toimuvateks erinevateks NATO lennuõppuseks.“

- 301. Päästeeskadrilli „Guardian Wings“ helikopteri piloot

6.5.4 NGA helikopterikaardi täpsushinnang

NGA oli huvitatud kaardi täpsuse nõuetele vastavusest. Enne kaardi ladustamist kontrolliti nende poolt üle selle horisontaalne täpsus. Selleks kasutati geopositsioneeritud stereopilte, mis seoti GeoTIFF andmeformaadis kaardilehtedega. Mõlemalt produktilt valiti asukoha määramiseks samad kindelpunktid, nagu teede ristmikud, ojade ristumiskohad jne. Analüüsist tulenevaid X ja Y asukoha koordinaatide erinevusi kasutati statistika arvutamiseks. Hindamise

statistilised tulemused on esitatud Tabelis 2. Nii absoluutse kui ka suhtelise vea täpsuse arvestamisel oli kasutatud vähemalt 90% ulatuses valitud punktide asukohta. NGA jaoks oli adekvaatse toote kriteeriumiks, et absoluutne horisontaalne viga kaardil tohtis olla maksimaalselt 1 mm vastavalt selle mõõtkavale. Helikopterikaardil vastas 1 mm pikkusega lõik 250 m pikkusega lõigule maapinnal. Seega tuginedes absoluutse horisontaalse vea tulemustele kaardilehtede lõikes, vastas kogu helikopterikaart NGA horisontaalse täpsuse nõuetele ning toodet võis pidada adekvaatseks.

Kaardileht	Valitud punkte	Absoluutne horisontaalne viga	Suhteline horisontaalne viga	X keskmine viga	Y keskmine viga	X hajuvus	Y hajuvus
Kärdla	14	43	57	-0.877	-7.841	21.992	15.205
Kuressaare	45	31	43	-4.175	0.195	13.298	14.742
Narva	41	33	45	1.179	-3.970	13.877	15.872
Pärnu	53	27	36	5.208	-0.663	12.122	11.444
Tallinn	42	30	41	3.515	0.957	13.945	12.901
Tartu	40	31	45	-0.586	1.097	13.981	15.323
Valmiera	44	45	60	3.847	-8.497	22.333	17.059
Võru	46	32	49	-0.512	3.084	17.870	14.356

Tabel 2. NGA horisontaalse täpsuse hindamise tulemused (kõik väärtused on esitatud meetrites).

Allikas: NGA 2014

KOKKUVÕTE

Lennukaart peab tagama lennu turvalisuse selle igal etapil ja kõrgusel. Madallendudel on kõige ohtlikumad objektid kõrgtakistused ja elektriliinid, seega peavad need kaardil olema kujutatud prioriteetse tähtsusega. Samas peab kogu lennukaardil esitatav informatsioon olema usaldusväärne, täpne ja üheselt mõistetav.

Käesoleva töö eesmärgiks oli luua kogu Eestit ja Põhja-Läti kattev 1 : 250 000 mõõtkavas helikopterikaart, mis oli NATO standardse kujundusega, kuid sellel esitatud kõrgtakistuste ning elektriliinide leppemärkide arendus pidi võimaldama kaarti kasutada ühe näidisena standardi STANAG 3675 (Edition 2) muutmise protsessis. Seejuures oli tähtis hoida kogu kaardi kujundus terviklik. Kaart oli mõeldud õhuväe helikopteri pilootidele madallendude planeerimiseks ja navigeerimiseks.

Töö teoreetilises osas oli esmalt kirjeldatud NATO standardimise protsessi. Seejärel selgitati Norra õhuväe ettepaneku tagamaid kõrgtakistuste leppemärkide arendamiseks. Välja oli toodud NATO standarditele vastava ning Norra ettepanekus esitatud leppemärgisüsteemide kartograafiline kirjeldus ning nende omavaheline võrdlus teadusliku ekspertiisi alusel. Lennukaardi visuaalse terviklikkuse saavutamiseks esitati soovituslikke kujundusettepanekuid ning kirjeldati erinevate parameetrite võimalikku koosmõju. Üheks ettepanekuks oli visuaalsete orientiiride kujutamine selliselt, et neid saaks kergesti tuvastada nii kaardilt kui ka maapinnalt. Orientiirid aitaksid kaarti kasutada efektiivsemalt õhus navigeerimisel.

Siiski oli töö põhitähelepanu koondunud helikopterikaardi tootmisprotsessile ning leppemärkide arenduse analüüsile, mis oli ka antud töö üheks eesmärgiks. Ekspertiis töötati välja toetudes helikopterikaardi kasutajate arvamusele, NATO ning ICAO lennukaardi nõuetele, Norra standardimise ettepanekule, töö koostaja kartograafilisele väljaõppele ja militaargeograafilisele taustale. Kaardi tootmise protsess jaotus nelja suuremasse etappi:

- Kaardiinfo ettevalmistus
- Andmete toimetamine
- Kaardi vormistus
- Tulemus

Kaardiinfo ettevalmistus algas uue kaardi vajaduse põhjendusega. Vajadus tekkis kasutusesolevate lennukaartide tegelikust sobimatusest madallendudeks. Helikopteri piloodid esitasid kaardile ka lähtenõuded, mis jagunesid vastavalt sisule kolmeks – tehniline info, kartograafiline info ja lennuinfo.

Andmete toimetamise faasis olid suurimateks probleemideks andmete klassifitseerimine ning eri riikide andmete koondamine samadesse nähtusklassidesse. Probleemi lahendamiseks otsustati kasutusele võtta rahvusvaheliselt standardiseeritud ruumiandmete nähtuste ja atribuutide sõnastik.

Nähtusklasside leppemärgid esitati kaardil representatsioonidega. Representatsioonid aitasid andmete kujutamise kaardi koostamisel lihtsamaks muuta. Kaardi vormistamisel oli üheks suurimaks probleemiks reljeefi esitus. Algselt sooviti see välja tuua lisaks horisontaalidele ka astmelise kõrgusvärvinguga, ent lõpuks raskendas see oluliselt kaardiga töötamist. Samuti oli kaardi kujundamisel äärmiselt tähtsaks protsessiks värvide valik. Mida vähem värve oli lennukaardil kasutuses, seda kergem oli pilootidel kaarti lugeda. Arvestama pidi ka kaardi rakendamisega õistel lendudel ning erinevas valguses.

Tootmisprotsessi käigus tutvustati pilootidele ka uusi kõrgtakistuste ja elektriliinide leppemärke. Piloodid katsetasid nii standardse kui ka uue kujunduse versiooni erinevates

valgustingimustes ning leidsid, et uus versioon toimis nende jaoks palju paremini kui varasem. Katse tulemusel kooskõlastati uus leppemärgisüsteem helikopterikaardi üldise kujundusega. See andis võimaluse kasutada helikopterikaarti NATO standardimise ettepaneku soovituslike leppemärkide arenduse analüüsis.

Kõrgtakistuste ja elektriliinide leppemärkide kartograafilises ekspertiisis analüüsi kolme riigi poolt läbiviidud lennukaardi kujunduse testimist, mille tulemusel prooviti leida parim viis andmete esituseks. Kui Itaalia lennukaardil muudeti ära ainult teatud leppemärgid, siis nii Eesti kui ka Norra kaartidel viidi visuaalseid muudatusi sisse ka teistes kihtides. Analüüsi tulemus tõestas väidet, et muutes ühte leppemärki, muutub ka kaardi üldine välimus. Seega peaks kogu kujunduse omavahel uuesti kooskõlla viima, et kasutajad suudaks kaardil kajastuvat informatsiooni õigesti ning ühetähenduslikult tõlgendada.

Kogu tootmisprotsessi jooksul suheldi aktiivselt kasutajatega, et kaardi lõpptulemus oleks nende soovidele vastav. Kasutajate ja teiste NATO liikmesriikide tagasiside kogumine toimus pigem vabas vormis. Esitatud tagasiside helikopterikaardile oli üldiselt positiivses toonis. Samas saadi kasutajatelt ka soovitusi ning märkusi kaardi järgmise versiooni parendamiseks:

- Looduskaitsealade piiride eemaldamine kaardilt
- Üksikute majapidamiste parem esitamine
- Igasuguse reljeefiinfo kujutamise minimaliseerimine
- Kaardi trükkimine tugevamale paberile
- Elektroonilise versiooni mõõtkava suurendamine

Samuti kontrolliti helikopterikaardi horisontaalset täpsust. Absoluutne horisontaalne viga kaardil pidi olema maksimaalselt 1 mm vastavalt mõõtkavale, et toodet saaks pidada adekvaatseks. Helikopterikaardi horisontaalne täpsus vastas nendele nõuetele.

Üleüldiselt sai positiivset vastukaja just kaardi täpsus, kasutajasõbralikkus ja välimus. Eraldi oli välja toodud elektriliinide ja kõrgtakistuste uue kujunduse head loetavust ning kasutusmugavust. Kasutajad olid avaldanud soovi saada ka uuendatud lennuinfoga helikopterikaardi järgmist väljaannet.

Lennukaardi õige kujundamine on lõpptulemusena kordades odavam ja turvalisem kui selle tegemata jätmise tõttu vigade parandamine tehniliste ja veelgi enam letaalsete tagajärgede ilmnedes. Selleks ongi kartograafiline eeltöö odavaimaks teaduslikuks eeltööks võrreldes reaalsete võimalike tagajärgedega.

ESTONIAN HELICOPTER CHART AS A PART OF NATO STANDARDIZATION PROCESS

Maria-Elisabeth Talvistu

Summary

Aeronautical chart must ensure the safety of the flight in all its phases at any altitude. Obstacles and power lines are the most dangerous structures for low level flying, therefore, they have to be shown on a map as a priority. At the same time all the information presented on the aeronautical chart has to be reliable, accurate and unambiguous.

The aim of this study has been to create a helicopter chart of the whole Estonian and Northern Latvian territory in a scale of 1 : 250 000 by following NATO portrayal standards. However, the depiction of obstacles and powerlines according to Norway standardization proposal for STANAG 3675 (Edition 2) would enable the chart to be used as an example for the process of renewing the standard. In doing so, it was important to keep the design complete throughout the chart. It was designed for Estonian Air Force helicopter pilots to be used for planning and navigating of low level flights.

The theoretical part of the thesis began with an overall description of standardization process inside NATO. This was followed by an explanation of Norwegian Air Force proposal for development of the portrayal of obstacles and power lines. The cartographic description of the symbology of current NATO standard and the Norwegian proposal was presented together with their comparison based on the scientific evaluation by Norwegian Institute of Aviation Medicine and Norwegian Military Geographic. Cartographic design suggestions and potential interaction between different parameters were listed for achieving visual integrity on an aeronautical chart. One of the suggestions was the usage of visual landmarks on the chart because of their easily identifiable shape. Depiction of landmarks would help to use the aeronautical chart for navigation.

However, the main focus of the thesis was the helicopter chart production process and the symbols' development analysis. The evaluation was created on the basis of the helicopter chart users' opinions, NATO and ICAO aeronautical chart requirements, Norway standardization proposal, the author's cartographic qualification and military geographic background. Chart production process was divided into four major phases:

- Data preparation
- Data editing
- Chart compilation
- Result

ESRI ArcGIS software version 1.10 was used for editing of the database and creation of the chart. Preparation for printing was done with Adobe Illustrator CC.

Data preparation phase began with the justification of the need for a new chart. The need arose from the fact that other available Estonian aeronautical charts were unsuitable for low level flying. Helicopter squadron had previously been using standardized NATO aeronautical chart JOG AIR and Estonian Visual Flight Rules chart based on ICAO regulations. The pilots also presented basic requirements for the new chart, which can be divided into three groups according to their content – technical, cartographic and aeronautical data.

The major difficulties during the data editing phase were the data classification and the assembly of the different countries' data into same feature classes. To solve these problems an international standardized geospatial feature data and attribute dictionary was adopted.

Representations were used for depicting feature classes with different symbols on the chart. This made the chart compilation process faster and easier with ArcGIS software. One of the major issues during this phase was the representation of relief on the helicopter chart. Originally, the use of contour lines and hypsometric tinting was intended, however, eventually it aggravated the use of the chart. Another important part of the compilation phase was the selection of the colors for the chart. It was easier for the pilots to use a chart with less colors on it. Also, the implementation of the chart in different lighting conditions and during night-time operations had to be taken into account.

The new portrayal of obstacles and power lines was introduced to the pilots during the helicopter chart production. They experimented both the standardized version as well as the new version of the design in different lighting conditions and decided that the new version was more effective for their work with the chart. As a result the new portrayal was integrated with the overall design of the helicopter chart. This decision gave the chart an opportunity to be used in the analysis of the proposed symbols for NATO standardization process.

Studies from three different countries about testing the new design on their aeronautical charts were used during the cartographic evaluation of the proposed symbology. These studies were conducted to find the most suitable method for depicting obstruction data on aeronautical charts. On the Italian aeronautical chart, only certain symbols were changed, whereas on Norwegian and Estonian charts visual modifications were made for other features as well. The analytical result proved that changing the symbology for one feature affects the appearance of the whole chart. Thus the whole design has to be harmonized so that the users would be able to correctly and unambiguously interpret the information shown on the chart.

The communication with the users of the end product took place during the entire production process in order that the final result of the chart would fit their requirements. The feedback from users and other NATO member states was gathered in a free form. The helicopter chart feedback was generally on a positive note. However, some comments and suggestions were given by the users to improve the next version of the chart:

- Removal of the nature reserve borders from the chart
- Better presentation of individual households
- Reduction of relief depiction
- Usage of a stronger paper for printing
- Enlargement of the scale for electronic version

The horizontal accuracy of the helicopter chart was examined as well. For the chart to be considered adequate, the absolute horizontal error had to be equal to or less than 1 mm on the chart at its scale. The helicopter chart met these requirements and was considered an adequate product.

Overall, the accuracy, user-friendliness and appearance of the helicopter chart received the most positive response. More specifically, users pointed out the good readability and the new portrayal of obstructions and power lines on the chart. Users were looking forward to receiving the next release of the helicopter chart with updated aeronautical information on it.

TÄNUAVALDUSED

Erilist tänu sooviksin avaldada oma juhendajale, Raivo Aunapile, kes oma kannatlikuse ja konkreetsusega aitas mul lõpuks jõuda magistritöö esitamiseni.

Samuti tahaksin tänada Terje Larsenit ja Gunnar Vingåt, kes motiveerisid mind oma innuka suhtumisega leppemärkide arendusprotsessi ning olid äärmiselt abivalmid.

Suured tänud ka Tiinale, kes toetas ja aitas mind kogu protsessi jooksul ning Aigar Tarrele, kes tutvustas mulle tsiviillennunduse tagamaid.

Aitäh helikopterite eskadrilli meeskonnale, kes võtsid vaevaks testida erinevaid kaardiversiooni, mille tulemusel sai Eestil võimalikuks osaleda NATO standardimise protsessis.

Minupoolsed tänusõnad ka oma elukaaslasele, perekonnale ja sõpradele, kes utsitasid mind takka ning olid suureks toeks käesoleva töö valmimisel.

Siirad tänuavaldused!

KASUTATUD KIRJANDUS

Aksit, C., 2012. The Importance of NATO Standardisation. Defence Procurement International Journal, Summer 2012 . pp. 1-3.

<http://www.defenceprocurementinternational.com/Uploads/Editor/A%20Summer%20editorial%202012/AKSIT%20Nato%20copy.pdf> [06.04.2015].

Anson, R., W., 1996. Basic Cartography for students and technicians, Volume 2. 2nd edition, Elsevier Applied Science, London, UK.

Anson, R., W., Ormeling, F., J., 1993. Basic Cartography for students and technicians, Volume 1. 2nd edition, Elsevier Applied Science, London, UK.

Balducci, C., 2014. Interoperability and Standardization within NATO. Presentation, XXI Edition of Standardization Within NATO Course. 14–16 May Warsaw, Poland.

Bertin, J., 2010. Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps. Esri Press, California, USA.

DGIWG, 2012. DGIWG Feature and Attribute Data Registry. Defence Geospatial Information Working Group London, UK.

<https://www.dgiwg.org/FAD/> [12.05.2015].

ESRI, 2012. ArcGIS Help 10.1. What are Representations? Environmental Systems Research Institute, California, USA.

http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/What_are_representations/00s50000004m000000/ [12.05.2015].

ICAO, 2013. Annex 15 to the Convention on International Civil Aviation – Aeronautical Information Services. International Civil Aviation Organization. July Montreal, Canada.

http://www.bazl.admin.ch/experten/regulation/03080/03081/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6lONTU042l2Z6lnlacy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCDeoB,e2ym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A-- [16.05.2015].

Imhof, E., 2007. Cartographic Relief Presentation. Esri Press, California, USA.

Keates, J., S., 1996. Understanding Maps. 2nd edition, Longman, London, UK.

Larsen, T., 2013. NVG – the brief hows and whys of NVDs. Presentation, NATO/ PfP Mapping Charting & Geodesy Workshop. 11–12 September, Tallinn, Estonia.

Larsen, T., Vingå, G., 2013. Proposal for New Portrayal of Obstacles and Power Lines in Aeronautical Charts. Standardization proposal inquiry, NATO Standardization Organization. 6 December Brussels, Belgium.

LLT, 2015. Aeronavigatsioonile kaart – ICAO 1 : 500 000 03 MAY 2012. Lennuliiklusteeninduse AS. Tallinn, Eesti.

https://aim.eans.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=126&Itemid=19&lang=et [09.04.2015].

MacEachren, A., M., 2004. How Maps Work: representation, visualization, and design. Guilford Press, New York, USA.

MCJSB, 2014. Terms of Reference (ToR) for The Joint Geospatial Standards Working Group (JGSWG). NATO Standardization Organization, 7 July Brussels, Belgium.

Mõisja, K., 2013. Standardid ja standardimine geoinformaatikas. Loengumaterjalid õppeaines standardid ja kvaliteet geoinformaatikas, Tartu Ülikool.

Monteleone, M., 2012. Italian Test – Production of LFC IT Sheet 5 Using New Obstacles Symbolization. Presentation, NATO Geospatial Aeronautical Working Group Meeting. 6–7 November, Frankfurt, Germany.

Nagy, P., 2004. GIS Standardization in NATO. AARMS Journal vol. 3, no.4 pp. 601-615. <http://www.zmne.hu/aarms/docs/Volume3/Issue4/pdf/12nagy.pdf> [07.04.2015].

NSO, 2011a. AAP-03. Production, Maintenance and Management of NATO Standardization Documents. NATO Standardization Organization. 25 November Brussels, Belgium. [http://nso.nato.int/nso/zPublic/ap/aap-03\(j\)\(2\)e.pdf](http://nso.nato.int/nso/zPublic/ap/aap-03(j)(2)e.pdf) [07.04.2015].

NSO, 2011b. AAP-42. NATO Glossary of Standardization Terms and Definitions. NATO Standardization Organization. September Brussels, Belgium. [http://nso.nato.int/nso/zPublic/ap/aap-42\(2011\).pdf](http://nso.nato.int/nso/zPublic/ap/aap-42(2011).pdf) [06.04.2015].

Nowacki, J., 2014. STANAG / AP Development Process. Presentation, XXI Edition of Standardization Within NATO Course. 14–16 May Warsaw, Poland.

Robinson, A., H., Morrison, J., L., Muehrcke, P., C., Kimerling, A., J., Guptill, S., C., 1995. Elements of Cartography. 6th edition, John Wiley & Sons, New York, USA.

Roquelet, D., 2014. Operational Standardization in NATO. Presentation, XXI Edition of Standardization Within NATO Course. 14–16 May Warsaw, Poland.

Siabato, W., Moya, J., Benavides, D., Manso, M., A., Bernabé, M., A., 2009. Geoservices for Aeronautical Navigation. Proceedings of the 2009 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology. 4-6 May Gifu, Japan. pp. 661-669. http://oa.upm.es/13994/1/Apisat2009_20091104.pdf [06.04.2015].

Tammert, M., 2013. Värvitrukk. Loengumaterjalid õppeaines värviõpetuse teooria, Tallinna Polütehnikum. http://opiobjektid.tptlive.ee/Varviop/VT_Varviopetuse_teooria.htm [20.05.2015].

Trabucchi, R., 2014. NATO Standardization – Policy and Organization. Presentation, XXI Edition of Standardization Within NATO Course. 14–16 May Warsaw, Poland.

Ubysz, P., 2014. Standardization – introduction. Presentation, XXI Edition of Standardization Within NATO Course. 14–16 May Warsaw, Poland.

Wagstaff, A., S., Haughom, B., Larsen, T., 2012. A Comparison of the readability of two maps in daylight and NVG reading conditions using a controlled experiment. Project Report, Institute of Aviation Medicine. Oslo, Norway.

Interneti allikad

<http://nso.nato.int/nso/> - NSO kodulehekülg [22.05.2015].

<https://aim.eans.ee/> - LLT e-AIP kodulehekülg [22.05.2015].

<http://www.caa.co.uk/> - CAA kodulehekülg [19.05.2015].

<https://www.google.com/maps> - Google kaardirakenduse kodulehekülg [19.05.2015].

LISAD

LISA 1. Helikopteri kaardi koostamisel aluseks võetud NATO geostandardid ning ICAO regulatsioonid:

Allikas: NSO kodulehekül; ICAO kodulehekül

1. ICAO Annex 4 – Aeronautical Charts
2. ICAO Annex 15 – Aeronautical Information Services
3. ICAO DOC 8697 – ICAO Aeronautical Charts Manual
4. STANAG 1059 INT (Edition 9) – Codes For Geographical Entities
5. STANAG 2211 IGEO (Edition 8) – Geodetic Datums, Projections, Grids and Grid References
6. STANAG 2215 IGEO (Edition 7) – Evaluation of Land Maps, Aeronautical Charts and Digital Topographic Data
7. STANAG 3408 IGEO (Edition 3) – Position Reference Systems for Aeronautical Charts
8. STANAG 3409 IGEO (Edition 5) – Projections for Aeronautical Charts
9. STANAG 3412 IGEO (Edition 6) – Aeronautical Information on Aeronautical Charts
10. STANAG 3591 IGEO (Edition 6) – Criteria for Maximum Elevation Figure for Aeronautical Charts
11. STANAG 3600 MC (Edition 3) – Topographical Land Maps and Aeronautical Charts 1:250 000 for Joint Operations
12. STANAG 3666 IGEO (Edition 3) – Maximum Sizes for Maps, Aeronautical Charts and Other Geospatial Products
13. STANAG 3672 IGEO (Edition 2) – Indexes to Series of Land Maps and Aeronautical Charts, Digital Geographic Information, and Military Geographic Information and Documentation (MGID)
14. STANAG 3675 (Edition 2) – Symbols on Land Maps, Aeronautical and Special Naval Charts
15. STANAG 3676 IGEO (Edition 4) – Marginal Information on Hard Copy Land Maps, Aeronautical Charts and Image Maps
16. STANAG 3677 IGEO (Edition 3) – Standard Scales for Land Maps and Aeronautical Charts
17. STANAG 3689 IGEO (Edition 5) – Place Name Spelling on Maps and Charts
18. STANAG 7136 IGEO (Edition 2) – Identification of Land Maps, Aeronautical Charts, Digital Geographic Datasets and Media Containing Datasets
19. STANAG 7164 IGEO (Edition 2) – Special Aeronautical Charts (SAC)

LISA 2. Helikoptrikaardi Tallinna leht
Allikas: Militaargeograafiagrupp 2014



Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Maria-Elisabeth Talvistu,
(sünnikuupäev: 17.06.1988)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
„Helikopterikaart osana NATO standardimise protsessist“,

mille juhendaja on Raivo Aunap,

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **25.05.2015**